MARINE BIOLOGICAL LABORATORY.

Received July 1889

Accession No. 509

Given by General Fund

Place,

**No book or pamphlet is to be removed from the laboratory without the permission of the Trustees.

FAUNA UND FLORA

DES GOLFES VON NEAPEL

UND DER

ANGRENZENDEN MEERES-ABSCHNITTE

HERAUSGEGEBEN

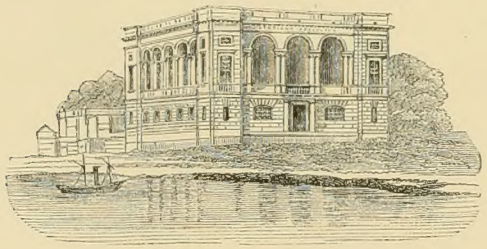
VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

VIII. MONOGRAPHIE:

BANGIACEEN VON DR. G. BERTHOLD.

MIT EINER TAFEL IN LITHOGRAPHIE.



LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1882.

Subscriptionspreis jährlich 50 Mark.

DIE

BANGIACEEN DES GOLFES VON NEAPEL

UND DER

ANGRENZENDEN MEERES-ABSCHNITTE.

EINE MONOGRAPHIE

VON

DR. G. BERTHOLD.

MIT EINER TAFEL IN LITHOGRAPHIE.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1882.

Ladenpreis 6 Mark.

VORWORT DES HERAUSGEBERS.

Von den für das Jahr 1881 angekündigten Monographien sind Band III *(Pantopoda)* und Band IV *(Corallina)* erschienen; Band V *(Balanoglossus)* sollte am Schlusse des Jahres nachfolgen, indessen ist auch bisher noch das Manuscript seitens des Autors nicht eingeliefert worden, sodass einstweilen kein bestimmter Termin für die Drucklegung desselben angegeben werden kann. Jedenfalls wird derselbe den Herren Subscribenten für das Jahr 1881, wenn auch unter einer anderen Bandnummer, nachgeliefert werden.

Für das Jahr 1882 waren bestimmt Band VI (Actinien), Band VII (Caprelliden), Band VIII (Cystoseiren) und Band IX (Bangiaceen). Da sich aber bereits im Beginne des Jahres herausstellte, dass Band VI wegen der reichen Ausstattung mit colorirten Tafeln nicht rechtzeitig fertig werden konnte, so wurde eine neue Monographie, nämlich die Chaetognathen von Dr. Grassi eingeschoben, welche nun die Bezeichnung Band V erhält. Ihr schliessen sich an Band VI, Monographie der Caprelliden, von Dr. Paul Mayer; Band VII, Monografia delle Cystoseire, di Raffaello Valiante; Band VIII, Die Bangiaceen, von Dr. Gottfried Berthold; Band IX, Monografia delle Attinie, del Dr. Angelo Andres, parte prima. Es sind hiernach für das Jahr 1882 bestimmt: Band V—VIII und Band IX Theil 1; jedoch werden noch in diesem Jahre nur Band V, VI und VIII zur Ausgabe gelangen, Band VII und Band IX Theil 1 dagegen erst im Laufe von 1883 erscheinen.

Für das Jahr 1883 sind, mit ausdrücklichem Vorbehalte etwaiger nothgedrungener Aenderungen, bestimmt die zoologischen Arbeiten:

Monographie von *Doliolum*, von Dr. B. Uljanin;

Monografia delle Attinie, del Dr. A. Andres, parte seconda;

Monographie der Planarien, von Dr. A. Lang;

und die botanischen Arbeiten:

Monographie der Rhodomeleen, von Dr. P. Falkenberg;

Monographie der Cryptonemiaceen, von Dr. G. Berthold.

Neapel, Zoologische Station.
1. November 1882.

Prof. Anton Dohrn.

VORWORT DES VERFASSERS.

Durch die Auffindung des Befruchtungsvorganges bei einer in den folgenden Blättern als *Erythrotrichia obscura* aufgeführten Bangiacee im Frühjahr 1879 wurde ich veranlasst, dieser zwar kleinen, aber interessanten Algengruppe, deren Kenntniss noch so manche Lücken zeigte, nähere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die wesentlichen Resultate der zwei Jahre hindurch fortgesetzten Studien sind in den folgenden Darlegungen gegeben, die freilich keineswegs den Anspruch erheben dürfen, alle Punkte vollkommen aufzuhellen. Der Lösung einiger Fragen stellten sich auch mir Schwierigkeiten entgegen, die nicht zu überwinden waren.

Es sind nur die wenigen Formen berücksichtigt worden, welche mir lebend zu Gebote standen, auf die Benutzung weiterer Herbarmaterialien, die ja wohl zu erlangen gewesen wären, habe ich aus später zu erörternden Gründen verzichten zu müssen geglaubt, aus Gründen, welche es mir vorläufig auch noch nutzlos erscheinen liessen, eine Lösung der in der Algensystematik so überaus unerquicklichen Nomenclaturfragen auch nur versuchen zu wollen. Für eine spätere monographische Bearbeitung der Familie der Bangiaceen geben daher die folgenden Blätter nur die ersten Grundlagen.

Göttingen, im September 1882.

Dr. G. Berthold.

INHALT.

Seite

Bau der vegetativen Pflanzen 1
1. Allgemeine Structurverhältnisse 1
2. Die Zellhaut 5
3. Der Plasmakörper 5

Fructification 8
1. Die neutralen Sporen 9
2. Die geschlechtliche Fortpflanzung 12

Keimung und Verlauf der Entwickelung 18

Systematische und floristische Notizen 21
Bangia Lyngb. 23
Porphyra Ag. 24
Erythrotrichia Aresch. 24

Anhang 26
Goniotrichum Ktz. 26
Erklärung der Abbildungen 28

Bau der vegetativen Pflanzen.

1. Allgemeine Structurverhältnisse.

Die kleine Gruppe der Bangiaceen, zu der augenblicklich mit Sicherheit die drei Gattungen *Bangia*, *Porphyra* und *Erythrotrichia* zu stellen sind, denen wahrscheinlich aber auch noch *Goniotrichum* zuzugesellen ist, zeigt zwar schon durch das Vorhandensein des charakteristischen rothen Farbstoffes in den Assimilationsorganen ihrer Zellen die Zugehörigkeit zu den Florideen an, bei der mangelhaften Bekanntschaft mit den Fortpflanzungsverhältnissen und dem ganzen Entwickelungsgange war indessen die Gesammtheit der bisher zur Charakteristik der Gruppe sich darbietenden Merkmale immerhin so eigenartiger Natur, dass ihre systematische Stellung als eine sehr zweifelhafte erscheinen musste. Während Cohn[1]), Thuret[2]), Bornet[3]), gestützt auf das Verhalten des Farbstoffes, mehr die Verwandtschaft mit den Florideen hervorhoben, legten Andere, wie J. Agardh[4]), Kützing[5]), Harvey[6]), Zanardini[7]), Crouan[8]), das Hauptgewicht auf den gröberen Bau des vegetativen Thallus und ordneten deshalb die einzelnen Genera den Ulvaceen und Ulothricheen unter, oder fassten sie auch als eigene Gruppe der Porphyreen (Crouan) zusammen, betrachteten sie aber auf jeden Fall als den grünen Algen, den Chlorospermeen zugehörig. In der That finden wir bei den genannten Gruppen der letzteren ganz entsprechende Wuchsverhältnisse, während keine Floridee im Bau Anklänge an den der Bangiaceen zeigt.

Die ersten eingehenderen Angaben über den Bau des Thallus finden wir bei Kützing in seiner Phycologia generalis, alle älteren Autoren hatten sich mit Angaben über die allgemeine äussere Form begnügt. Rücksichtlich der letzteren haben wir bei den Bangiaceen drei Fälle zu unterscheiden, indem der Thallus ein fadenförmiger oder ein flächenförmiger sein kann, beide mit verschmälerter Basis angeheftet, oder endlich ebenfalls ein flächenförmiger, aber mit der einen flachen Seite dem Substrat fest aufliegend und dadurch dorsiventral organisirt.

1) Archiv für mikroskop. Anatomie III. 1867. p. 27. 2) Le Jolis, Liste des Alg. mar. de Cherbourg p. 99 ff. 3) Études phycologiques p. 58 ff. 4) Algae maris mediterranei et adriatici p. 14 ff. 5) Phycol. generalis p. 248. Spec. Alg. p. 358. 6) Phyc. britannica. 7) Algae maris medit. et adriatici. 8) Florule du Finisterre p. 103.

Im einfachsten Falle, bei *Erythrotrichia ceramicola*, besteht der Thallus aus einem dünnen, cylindrischen Zellfaden, der mit der basalen Zelle auf dem Substrat befestigt ist, im übrigen aber aus wesentlich gleichwerthigen Zellen besteht. Bei anderen *Erythrotrichia*-Arten zerfallen die Gliederzellen später mit Ausnahme der der Basis benachbarten durch Längswände in 2—4 neben einander liegende Zellen, die sich durch radiale, zur Längsachse quer gerichtete Wände weiter vermehren können. Bei den Arten von *Bangia* geht dieser Theilungsprocess noch weiter, sodass bis 15 und mehr Zellen auf dem Querschnitt des Fadens erscheinen können, welche jedoch alle bis zur Oberfläche hinanreichen, während sie sich nach innen keilförmig verjüngen und mehr oder weniger nahe bis an die Achsenlinie des Fadens gehen (vergl. Reinke, Pringsh. Jahrb. XI, Taf. XII, 5*a*). Bei den Arten von *Porphyra* wandelt sich der einfache Zellfaden der jungen Pflanze sehr bald durch fortgesetzte Theilungen nach zwei Richtungen des Raumes in eine einschichtige Zellfläche um, und ein ähnliches Verhalten finden wir bei *Eryth. Boryana*, bei der indessen auch vereinzelte Theilungen nach der dritten Richtung des Raumes erfolgen, sodass bei dieser ein stellenweise zweischichtiger Thallus vorliegt.

Dazu kommt nun noch, dass bei der letzteren Form, sowie bei *Er. discigera* und *Er. obscura*, die aufrechten Thallome gruppenweise aus einem scheibenförmigen, einschichtigen Gebilde hervorgehen, welches bei der Keimung der Sporen zunächst entsteht und welches sich dem Substrat mit einer Seite fest anlegt (Fig. 15, 16, 17).

Diese basale Scheibe ist nach den einzelnen Arten von verschieden starker Ausbildung, aber auch bei derselben Art unter verschiedenen Umständen ungleichmässig entwickelt. Oft ist sie nur klein, oft aber auch sehr gross (über 1 mm im Durchmesser) und ganz allein vorhanden, dann entstehen auch die Fortpflanzungsorgane allein aus ihren Zellen.

Die aufrechten, faden- oder flächenförmigen Thallome wachsen zunächst ihrer ganzen Länge nach und alle Zellen sind theilungsfähig. Dadurch unterscheiden sich die Bangiaceen von allen übrigen Florideen, bei denen meines Wissens ein solches Verhalten sich niemals findet. Indessen ist schon sehr früh die Wachsthumsintensität in den gegen die Spitze zu gelegenen Partien eine grössere, als in der Nähe der Basis. In der Nähe der Spitze treten bei den jungen Thallomen auch zuerst die Längswände in den Gliederzellen auf und schreiten von hier ziemlich regelmässig gegen Spitze und Basis zu fort. Sehr bald wird dann an der Spitze das Längenwachsthum vollständig sistirt und die vorhandenen Zellen bereiten sich zur Fructification vor, nach der Basis zu nimmt dagegen das Wachsthum ungestört seinen Fortgang, sodass bei *Bangia* und *Porphyra* in dem Maasse, als die oberen Partien zur Fructification gelangen und verschwinden, durch das intercalare Wachsthum in den basalen Partien längere Zeit hindurch fortwährend Ersatz geschafft wird.

Nur die unterste, oder einige der unteren Zellen des Thallus verlieren sehr frühzeitig die Fähigkeit, sich weiter zu theilen. Bei den Erythrotrichien bleiben sie im übrigen unverändert, nur die Membran erlangt bald eine beträchtliche Dicke und die Intensität der Färbung wird eine geringere, bei *Bangia* und *Porphyra* dagegen erzeugen bald eine Anzahl von Zellen, die an älteren Pflanzen oft eine sehr beträchtliche wird, lange, fadenförmige, gegen das Sub-

strat gerichtete Auswüchse, hyaline, ungegliederte Fäden, welche zunächst innerhalb der stark verdickten Zellmembran verlaufen, weiter abwärts aber auf dem Substrat eine mehr oder weniger ausgedehnte Haftscheibe bilden (vergl. Reinke, l. c. Fig. 1, Taf. XII, Thuret, Étud. phyc. Taf. XXXI).

Nach dem Hervorbrechen dieser rhizoidenartigen Ausstülpungen sind die betreffenden Zellen unfähig, sich weiter zu theilen, doch hat Thuret (l. c.) beobachtet, dass auch ihr Inhalt sich schliesslich zu Sporen umbildete.

Die ersten Längstheilungen in den Gliederzellen eines *Bangia*-Fadens stehen senkrecht aufeinander, die späteren Wände sind aber auch in der Flächenansicht des Fadens sehr verschieden gegen einander geneigt, während nach innen zu, wie schon oben erwähnt, alle Zellen keilförmig auslaufen, aber dabei nicht alle die Mitte des Fadens erreichen. Die bangiaähnlichen Erythrotrichien bauen ihren aufrechten Thallus in derselben Weise auf, nur ist die Zahl der auf dem Querschnitt auftretenden Zellen weit geringer, selten sind es etwas mehr als 8, gewöhnlich 4—8. Bei *Er. obscura* sind sehr oft nur 2 neben einander liegende Zellen vorhanden, höchstens aber nur 4, welche seltener wie bei *Bangia* orientirt sind, meist ebenfalls in einer Ebene liegen, so dass hier eine schmale, aus vier Reihen bestehende Zellfläche vorhanden ist.

Auch bei *Porphyra* ist die Richtung der Scheidewände gegen einander eine wechselnde; ist der Thallus sehr gestreckt, wie es bei denjenigen Exemplaren der Fall ist, welche in der Brandung fortwährend starken Zerrungen nach der Längsrichtung unterworfen sind, so findet man die Zellen oft weithin in Längsreihen angeordnet, mit parallel verlaufenden Scheidewänden. Wo indessen die Ausbreitung des Thallus eine mehr isodiametrische ist, wie allgemein an den Exemplaren, welche an geschützten Standorten auf den Thallomen anderer Algen, wie *Gigartina Teedii*, *Grateloupia*, *Chondriopsis dasyphylla* u. s. w. befestigt am Niveau flottiren, da lassen sich zwar die zusammengehörigen Zellgenerationen eine Zeitlang als besondere Gruppen von ebenfalls mehr oder weniger isodiametrischer Ausdehnung erkennen, aber innerhalb der letzteren ist die Anordnung der Zellen eine durchaus unregelmässige.

An der Spitze junger Thallome von *Porphyra* verhält sich oft die Spitzenzelle eine Zeitlang einer dreiseitigen Scheitelzelle ähnlich, welche durch mehr oder weniger regelmässig alternirende anticline Wände Segmente erzeugt. Vielfach finden sich an jungen Pflanzen auch zwei gleiche derartige Zellen, hervorgegangen aus der Halbirung der Spitzenzelle durch eine Längswand, welche sich ebenfalls eine Zeitlang durch parallele oder durch abwechselnd geneigte anticline Wände segmentiren. Aber auch an anderen stark gekrümmten Partien des Randes junger Pflanzen findet sich oft eine entsprechende gesetzmässige Richtung der successiven Theilwände einzelner Randzellen von dreiseitigem Umriss.

Die basalen Scheiben der meisten Erythrotrichien fächern sich bei regelmässigem Wachsthum der Keimpflanzen durch successive Theilwände senkrecht zum Substrat. Zunächst entstehen aus der Spore vier Quadrantenzellen, in diesen erfolgen dann die Theilungen weiterhin in der bekannten Weise durch radiale und tangentiale Wände, wie es die Abbildungen (Fig. 15, 16, 17)

angeben. Die Theilungen erfolgen in der Regel nur in den Randzellen, welche bei *Er. discigera* zweilappig sind, die inneren Zellen nehmen nur allmählich an Höhe zu bis zu einer bestimmten Grenze, sodass die ganze Scheibe später flach gewölbt ist (Fig. 17). Unter gewissen Umständen indessen, wenn nämlich das Substrat, welches gewöhnlich bei den Erythrotrichien andere Algenthallome sind, selber ein intercalares Flächenwachsthum besitzt, folgen auch die aufsitzenden Scheiben diesem durch fortgesetzte intercalare Zellvermehrung. So sind die auf den Fäden von *Cladophora*- und *Chaetomorpha*-Arten aufsitzenden, etwas älteren Scheiben von *Er. discigera* und *Er. obscura* stark in die Länge gedehnt, von nur geringer Höhe und zeigen zahlreiche, secundäre Theilwände. In diesen Fällen habe ich nie aufrechte Fäden aus ihnen hervorgehen sehen, doch erreichen die Scheiben selbst beträchtliche Grösse. Die Grösse der einzelnen Zellen in den Scheiben schwankt auch bei derselben Art zwischen ziemlich weiten Grenzen, je nach der mehr oder weniger üppigen Entwickelung der Exemplare.

Entspringen aus den Scheiben aufrechte Thallome, so wachsen einfach die Zellen der ersteren über die Oberfläche hervor und verlängern sich in einen gegliederten Zellfaden. Wie schon oben erwähnt, kann dies früher oder später eintreten, auch ganz unterbleiben, wie es scheint, durch den Einfluss äusserer Verhältnisse verursacht. In den Sommermonaten fand ich von *Er. discigera* und *Er. obscura* fast nur scheibenförmige Exemplare, von einer Ausdehnung bis über 1 mm im Durchmesser. Fanden sich aufrechte Fäden vor, so waren dieselben nur von geringer Höhe. In den Winter- und Frühjahrsmonaten dagegen, in denen die Bangiaceen vorzugsweise zur Entwickelung gelangen, sind die aufrechten Fäden von bedeutender Länge, die Scheiben oft nur wenigzellig. Aber auch dann herrschen stellenweise die scheibenförmigen Thallome vor. So bei *Er. discigera* oft auf den Flächen der plattgedrückten Thallome von *Cystosira abrotanifolia*, auf welcher Alge sie besonders häufig ist. Hier sind oft die Flächen dicht mit grossen scheibenförmigen Exemplaren besetzt, aus denen gar keine aufrechten Fäden hervorgehen, die Kanten dagegen tragen dicht gedrängte Büschel aufrechter Thallome, die aus viel kleineren Scheiben entspringen. Wahrscheinlich dürften die Modificationen der Beleuchtung auf diese Verhältnisse von Einfluss sein[1]), indessen müssten experimentelle Untersuchungen hierüber erst Aufschluss geben, welche mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sind, da die Pflanze gegen Cultur ziemlich empfindlich ist. An gewissen stark beschatteten Standorten bei der Insel Nisita, wo diese *Erythrotrichia* in Gesellschaft von *Plocamium*, *Pterothamnion Plumula*, *Lejolisia mediterranea* u. s. w. auf Bryozoen nicht selten ist, habe ich ausnahmslos nur Scheiben von mässiger Grösse gefunden.

Eine eigentliche Verzweigung des aufrechten Thallus kommt, abgesehen von *Goniotrichum*, nur sehr selten vor. Ich beobachtete sie im Freien nur an Exemplaren von *Er. obscura*, bei welcher Art häufiger in der unteren basalen Partie des aufrechten Thallus eine Gabelung, oder auch eine Theilung in drei Aeste stattfindet, die sich weiterhin aber zu einfachen Thallomen entwickeln. In der Cultur erhielt ich dagegen häufiger verzweigte junge

1) Siehe: Beiträge zur Morphol. und Phys. der Meeresalgen, Pringsheim's Jahrbücher Bd. XIII. p. 605 ff.

Keimpflanzen von *Er. ciliaris*, indem beliebige Gliederzellen sich über die Fadenoberfläche emporwölbten und Seitenäste einleiteten. Es sind das aber abnorme Vorkommnisse, hervorgerufen durch die ungünstigen Lebensbedingungen in der Cultur.

2. Die Zellhaut.

Die Zellhaut ist im Leben bei den Bangiaceen meist von nur geringer Dicke, nur an den unteren Thallomtheilen stärker entwickelt, besonders bei *Bangia* und *Porphyra*. Sehr bedeutend tritt sie hervor an denjenigen Exemplaren, welche eine Zeitlang trocken gelegen haben, wenn die Zellen, ohne abgestorben zu sein, stark zusammengeschrumpft sind (Fig. 14).

Denselben Anblick bietet die Zellhaut dar nach Zusatz von etwas verdünntem Glycerin zu den frischen Präparaten. Man erkennt dann, dass die ganze Thallusoberfläche von einer doppelt contourirten, dünnen Cuticula überzogen ist, welche sich mit Kali gelb färbt, der starken Schwefelsäure aber nur bei *Bangia* und *Porphyra*, dagegen nicht bei den Erythrotrichien widersteht. Darunter liegen zart geschichtete Lagen, deren Schichtung durch Zusatz von Essigsäure, oder durch Färbung mit Hämatoxylin deutlicher wird. Die äussere Schichtung läuft parallel der Cuticula, die inneren Lagen umgeben dagegen concentrisch die einzelnen Zellen. Oft quellen die inneren Schichten stärker als die unter der Cuticula liegenden (Fig. 14), in anderen Fällen, so häufiger bei den Erythrotrichien, die inneren Schichten weniger. Sie heben sich dann, ebenso wie die Cuticula, als stärker lichtbrechende Partie von den mittleren Lagen der Haut ab.

3. Der Plasmakörper.

Im Plasma der Bangiaceenzellen fällt zunächst der eigenthümlich gestaltete Farbstoffkörper in die Augen, der für alle Bangiaceen äusserst charakteristisch ist. Jede Zelle besitzt nur einen einzigen Körper, welcher zunächst als vollkommen geschlossene Hohlkugel den Zellkern umgibt. Diese centrale Partie schwebt entweder im Centrum der Zellhöhle, oder ist einer Seitenwand angelagert. Von ihr gehen radienartig nach der Peripherie eine Anzahl dicker, rundlicher oder flachgedrückter Stränge aus, welche sich an der Zellwand unregelmässig scheibenförmig verbreitern, oder hier auch ein mehr gestrecktes Band bilden, wenn die Zelle selber langgestreckt ist. Dieser Farbstoffkörper ist von einer dünnen, farblosen Plasmalage umgeben, welche an den Seitenwänden in den kräftig wachsenden Zellen einen ebenfalls durchaus homogen und klar erscheinenden dünnen Wandbelag bildet. Der übrige Zellraum ist von klarem, körnchenlosem Zellsaft erfüllt. Den Farbstoffkörper finde ich in kräftig vegetirenden Zellen durchaus homogen, nie beobachtete ich Einlagerung fremdartiger, differenzirter Massen. Seine Färbung wechselt indessen innerhalb weiter Grenzen.

Manche Arten, wie *Er. ceramicola*, *Er. ciliaris*, *Er. discigera*, *Er. Boryana*, zeigen in der Regel das reine Florideenroth, welches indessen nach stärkerer Insolation gelbliche Nuancen annimmt, und sogar fast vollständig ausbleichen kann. Die Farbe der Thallome von *Bangia*

und *Porphyra* schwankt je nach den Umständen und den einzelnen Thallustheilen zwischen rein blaugrünen, schwärzlichen, rothbraunen und intensiv gelben Tönen.

Mehr oder weniger rein blaugrün sind besonders die unteren intensiv wachsenden Partien der Fäden von *Bangia fusco-purpurea*, sowie die entsprechenden Theile der Thallome von *Porphyra leucosticta* gefärbt. Vielfach bleibt dieser Ton auch in den oberen fructificirenden Partien erhalten, wobei jedoch die Färbung durch Beimengung schwärzlicher und röthlicher Nuancen dunkler wird. Andere Fäden jedoch, welche ohne Regel mit solchen von dem oben beschriebenen Farbenton untermischt vorkommen, zeigen wieder ein schönes Rothbraun an ihren oberen Partien, welches nach unten allmählich in röthliches Blaugrün und Dunkelblaugrün übergeht.

Vielfach findet man auch, besonders im Frühjahr, *Bangia*- und *Porphyra*-Exemplare, welche mehr oder weniger intensiv gelblich gefärbt sind. Eine derartig gefärbte *Bangia* ist zuerst unter dem Namen *Bangia lutea* von J. G. Agardh[1]) beschrieben und später von Derbès und Solier[2]) ausführlicher charakterisirt worden, indessen ist die Unterscheidung einer solchen Species auf die blosse Färbung hin nicht aufrecht zu erhalten, denn jede *Bangia* oder *Porphyra* von normaler Färbung wird gelb, wenn sie einige Tage vom Wasser nicht, oder nur wenig benetzt dem Sonnenlicht exponirt ist. Darum erhalten im späteren Frühjahr, wenn bei klarem Wetter Windstille herrscht, die mit rothbraunen *Bangia*- oder *Porphyra*-Rasen bedeckten Felsen in drei bis vier Tagen eine intensive gelbe Färbung. Die Thallome trocknen dabei zu einem dichten, zusammenhängenden, die Felsen überziehenden Filz zusammen. Wenige Tage nach Eintritt günstigerer Verhältnisse ist indessen die normale Färbung wiederhergestellt. Wenn man derartige intensiv gelb gefärbte Exemplare untersucht, so zeigt sich, dass der Farbstoffkörper unter allmählichem Verlust seiner normalen Färbung stark schwindet, er wird dünner, die von der centralen Masse gegen die Peripherie der Zelle verlaufenden Fäden schrumpfen zusammen, die Grenzen gegen das übrige Plasma verwischen sich. Auch Plasma und Kern nehmen an Masse ab. Dabei treten im Zellsaft, im Plasma und auch im Farbstoffkörper körnige Bildungen auf und zuletzt sterben die Zellen, wenn die ungünstigen Verhältnisse länger andauern, ganz ab, wobei der Inhalt zu einem stark lichtbrechenden, homogenen, farblosen Ballen wird. Der Zellkern ist in den Zellen, wie erwähnt, immer von dem Farbstoffkörper vollständig umhüllt. Er erscheint im Innern derselben als hellerer Fleck von rundlichem bis elliptischem Umriss. Einen kleinen Nucleolus habe ich nur bei der allmählichen Desorganisation nach Zusatz von Reagentien in dem stark quellenden Kern erkennen können. Nach Zusatz von starker Salpetersäure wird die Masse des Kerns streifig. Im Leben sind Structuren bei der ungünstigen Lage gar nicht zu erkennen.

Die Zellen von *Bangia fusco-purpurea*, sowie, indessen in geringerem Grade, die von *Porphyra leucosticta*, zeichnen sich durch eine bemerkenswerthe Lebenszähigkeit aus. Der

1) Alg. mar. med. et adriat. p. 14.

2) Mém. s. quelq. p. de la phys. d. Alg. p. 64, Taf. XVI, Fig. 13—19.

Sonne ausgesetzt, gehen sie im lufttrockenen Zustande allerdings schon nach 8—14 Tagen sämmtlich zu Grunde, im diffusen Licht eines Zimmers trocken aufbewahrt, enthielten jedoch Ende Mai 1880 gesammelte Materialien, Ende September desselben Jahres, zu einer Zeit, wo im Freien nach der Sommerruhe die ersten jungen Exemplare wieder erscheinen, noch lebende Zellen. Es waren dieses die von ziemlich dicker Haut umgebenen Zellen in den basalen Thallomtheilen, während die übrigen Theile der Fäden im Laufe des Sommers allmählich abgestorben waren. Der Inhalt der überlebenden Zellen war stark lichtbrechend, der ziemlich kleine Farbstoffkörper schwach gelappt und von grünlicher Färbung, er umgab im Centrum der Zelle den nur undeutlich erkennbaren Kern (Fig. 14). Als die betreffenden Exemplare jetzt zwei bis drei Tage in Wasser cultivirt worden waren, hatte die Intensität der Färbung beträchtlich zugenommen, der Farbstoffkörper war von dem umgebenden Plasma schärfer abgegrenzt. Ein Auskeimen zu neuen Fäden konnte jedoch nicht erzielt werden, da *Bangia* und *Porphyra* gegen Cultur äusserst empfindlich sind. Vielmehr starben die betreffenden Zellen jetzt ebenfalls bald ab.

Weit auffallender als die Resistenz gegen die Austrocknung, welche die Bangiaceen mit zahlreichen anderen Pflanzen theilen, ist, dass sie auch gegen concentrirtes Glycerin und absoluten Alkohol eine merkwürdige Widerstandsfähigkeit zeigen. Bei Zusatz von concentrirtem Glycerin zu den lebenden Pflanzen oder zu ausgetretenen Sporen schrumpft der Inhalt der Zellen rasch zusammen, ohne seine natürliche Färbung zu ändern. In diesem Zustande bleiben die Zellen bei der Aufbewahrung in concentrirtem Glycerin Monate lang. Nach und nach beginnen jedoch einzelne Zellen zu quellen, sie schwellen stark kugelig an, der Farbstoff zersetzt sich, der rothe Bestandtheil geht in den Zellsaft über, der grüne bleibt an die körnigen Reste des Farbstoffkörpers gebunden und kann durch Alkohol extrahirt werden. Später fallen dann die gedunsenen Zellen wieder zusammen durch den Druck der quellbaren Membran, die abgestorbene Masse wird homogen und verliert rasch alle Farbe.

Mikroskopische Präparate von *Porphyra leucosticta*, welche im Mai 1879 angefertigt waren, zeigten im Januar 1881, also nach anderthalb Jahren, noch den grössten Theil der Zellen unverändert in dem anfänglich eingetretenen contrahirten Zustande. Nur eine Anzahl ausgetretener Sporen war in dem Glycerin stark angeschwollen und hatte sich schliesslich desorganisirt, während andere noch unverändert waren. Ausserdem waren in einem Theil der basalen Thalluszellen, welche Rhizoiden entwickelt hatten, Veränderungen vor sich gegangen, indem sie etwas aufgedunsen waren, ein blauer oder rother Farbstoff sich in die Zellflüssigkeit ergossen hatte, zum Theil in einzelnen Vacuolen massenhaft aufgespeichert war, während der grüne Farbstoff auch hier noch mit der Grundsubstanz des Farbstoffkörpers vereinigt geblieben war. Im weiteren Stadium erfolgte auch hier vollkommene Desorganisation, der Inhalt wurde homogen und farblos. Der rothe oder blaue Farbstoff trat dabei durch die Zellwand nach aussen und verschwand ebenfalls nach einiger Zeit.

Ob die meisten Zellen in den Präparaten, welche noch jetzt nach mehr als drei Jahren durchaus unverändert sind, abgesehen davon, dass, obwohl sie im Dunkeln aufgehoben wurden,

der Farbstoff etwas verblasst ist, noch leben, habe ich nicht sicher constatiren können. Ihre Lebensenergie ist auf jeden Fall sehr geschwächt, und wenn man berücksichtigt, dass die vorliegenden Pflanzen in der Cultur auch im frischen Zustande nach wenigen Tagen ausnahmslos absterben, so ist es nicht auffallend, dass die Versuche, sie zu neuem Wachsthum zu veranlassen, missglückten.

Am auffallendsten dürfte jedoch das Verhalten gegen absoluten Alkohol sein. In frischem Material von *B. fusco-purpurea* zeigen noch, nachdem es mehrere Tage in absolutem Alkohol gelegen hat, in welchem die Fäden vollständig zusammenschrumpfen, viele Zellen nach dem Wiedereinbringen in Meerwasser dasselbe Aussehen, wie die frischen Pflanzen, während allerdings die meisten Zellen schon abgetödtet und entfärbt sind. Wurde dagegen einige Zeit trocken aufbewahrtes Material in absoluten Alkohol gebracht, so besassen nach drei Monaten die unteren Zellen der Fäden noch durchaus unverändertes Aussehen. Der Farbstoff, der aus vorher, in anderer Weise getödtetem Material rasch ausgezogen wird, war vollkommen erhalten und von dunkelblaugrüner Färbung. Die im Alkohol allmählich abgetödteten Zellen waren dagegen auch hier homogen geworden und entfärbt.

Durch 50%igen Alkohol werden dagegen die Zellen sehr rasch abgetödtet.

Den Arten von *Erythrotrichia* geht diese auffallende Lebenszähigkeit ab, sie ist am grössten bei *B. fusco-purpurea*, schon weit geringer bei *Porphyra leucosticta*. Mit *P. laciniata* habe ich diesbezügliche Versuche nicht gemacht.

Fructification.

Die ersten genaueren Mittheilungen über die Fructification der Bangiaceen verdanken wir den wichtigen Arbeiten von Derbès und Solier[1]), welche fanden, dass bei *B. fusco-purpurea* und bei *B. lutea* zweierlei fructificirende Fäden vorkommen, von denen die einen die gewöhnlichen Sporen, die anderen aber weit kleinere, farblose, kugelige Zellchen entwickelten, welche von ihnen für männliche Fortpflanzungskörper erklärt und Antherozoidien genannt wurden. Für die Arten von *Porphyra* beschrieben dann Nägeli[2]), Thuret[3]) und Janczewski[4]) die Bildung der Fortpflanzungsorgane.

Den Vorgang der Befruchtung wollte Koschtsug[5]) beobachtet haben, nach welchem die Körperchen der Antheridien beweglich sein und erst später durch Theilung die Spermatozoen erzeugen sollten, welche sich an die Oberfläche der Sporen anheften und sie befruchten sollten. Diese Angaben beruhen ohne Zweifel auf argen Verwechslungen und auch die Angaben von Derbès und Solier über die Beweglichkeit der Spermatien müssen, da sie von keinem

1) l. c. p. 63 ff. 2) Neuere Algensysteme p. 140. 3) Ann. des Sc. nat. 4. Sér. Tome III p. 17.
4) Mém. de la Soc. des Sc. nat. de Cherbourg, Tome XVI, p. 345 ff.
5) Botan. Jahresbericht I, 1873, p. 13.

der späteren Beobachter bestätigt werden konnten, auf Verwechslungen mit eingedrungenen fremden Organismen beruhen. Rischavi[1]) versuchte die Frage über die geschlechtliche oder ungeschlechtliche Natur der Sporen auf experimentellem Wege zu lösen, indem er Thallus-partien mit unreifen Sporen isolirte und ihr normales Heranreifen beobachtete.

Gestützt auf Bilder, wie sie an den auf Objectträgern aufgefangenen Sporen, welche mit den männlichen Zellen untermischt waren, zur Beobachtung gelangen, glaubte Reinke[2]) eine Copulation der letzteren mit den ersteren annehmen zu dürfen. Göbel[3]) bestritt jedoch bald darauf die Zulässigkeit dieser Annahme, da er wohl, wie Reinke, das Nebeneinanderlagern von Spermatien und Sporen beobachtete, nie aber Stadien, welche auf eine Verschmelzung schliessen liessen, auffand.

Ein glücklicher Zufall, welcher dem Verf. sehr günstiges Beobachtungsmaterial in die Hände spielte, ermöglichte demselben schliesslich den Nachweis[4]), dass der Befruchtungsvorgang bei den Bangiaceen sich aufs engste demjenigen der übrigen Florideen anschliesst. Zugleich konnte auch dargethan werden, dass bei *Bangia* und *Porphyra* unter dem Namen der Sporen bisher die ungeschlechtlichen und die infolge der Befruchtung entstandenen zusammengefasst worden seien.

1. Die neutralen Sporen.

Derbès und Solier[5]) waren die Ersten, welche constatirten, dass die Sporen einer Süss-wasser-*Bangia* (*B. atro-purpurea* var. *heteronema* D. et Sol.) unmittelbar zu neuen Pflanzen auskeimten, ohne dass in den Rasen sich männliche Exemplare gefunden hätten. Reinke[6]) zeigte dann später, dass Material von *B. fusco-purpurea* von Helgoland, in welchem männliche Fäden nicht nachzuweisen waren, ebenfalls zahlreiche Keimpflanzen enthielt. Für *Porphyra leucosticta* wies schliesslich der Verfasser schon das Vorhandensein besonderer ungeschlechtlicher Sporen nach.

Bei *Bangia fusco-purpurea* beginnen die ersten Vorbereitungen zur Bildung ungeschlechtlicher Sporen ungefähr in der Mitte der Fäden damit, dass der Plasmakörper der Zellen nach und nach an Masse zunimmt. Es treten helle, glänzende Kügelchen in ihm auf, welche bei der Desorganisation durch Zusatz von destillirtem Wasser sich auflösen, durch Jodlösung sich dagegen braun färben. Seltener finden sich gleichfalls sehr kleine, stark lichtbrechende Stärkekörnchen ein, welche an Alkoholmaterial sich leicht blau färben. Der wässrige Zellsaft verschwindet zuletzt, der Kern tritt in das Innere der Zelle, umgeben von dem Farbstoffkörper, der stumpfe pseudopodienartige Lappen gegen die Peripherie zu sendet.

Während der ersten Stadien dieser Veränderungen erfolgen noch eine oder zwei radiale

1) Botan. Jahresber. I. 1873. p. 15. 2) Pringsheim's Jahrbücher Bd. 11, p. 274 ff. 3) Botan. Zeitung 1878. p. 199. 4) Mittheilungen der Zool. Station zu Neapel, Bd. II. Heft 1. p. 78 ff. 5) l. c. p. 66. 6) l. c. p. 281.

Theilungen der keilförmigen vegetativen Zellen, ohne dass jedoch die Grösse der Zellen noch eine beträchtlichere Zunahme erfährt.

An der Spitze der Fäden treten die reifen Sporen ziemlich gleichmässig aus, indem ein Theil der freien Aussenwand der Haut sich auflöst. Die Spore tritt durch diese Oeffnung ins Freie, der Austritt geschieht anfangs allmählich, zuletzt oft mit einem Ruck, sodass die Sporen eine kleine Strecke weit fortgeschleudert werden. In anderen Fällen wird dies jedoch nicht beobachtet. Man sieht dann, wie der ins Freie vorragende Theil der Spore allmählich zu einer immer grösseren Kugel anschwillt, wie die hintere, noch im Faden zurückgebliebene Partie sich in einzelne Fortsätze auszieht, welche, wenn die Hauptmasse ganz ausgetreten ist, allmählich eingezogen werden. Der ganze Austritt nimmt in solchen Fällen ungefähr eine Zeit von 20—30 Minuten in Anspruch.

In ähnlicher Weise entstehen die ungeschlechtlichen Sporen auch bei *Porphyra*. Auch hier erfahren die ausgewachsenen vegetativen Zellen bei der Sporenbildung je nach der Grösse der Exemplare 1—2 successive Theilungen, sodass 2—4 Sporen normal aus jeder vegetativen Zelle entstehen. Dabei treten dieselben Veränderungen im Zellinhalt auf. Da die Theilungen, welche zur Sporenbildung führen, auch hier dieselben Richtungen einhalten, wie die vegetativen, so ist, und dies ist durchaus charakteristisch für die ungeschlechtlichen Pflanzen oder die ungeschlechtlichen Theile eines Exemplars, bei *Porphyra* der fructificirende Rand immer einschichtig, wie die vegetativen Partien.

Wesentlich anders entstehen die ungeschlechtlichen Sporen sämmtlicher Erythrotrichien. Nähere mit Abbildungen versehene Angaben darüber verdanken wir zuerst Thuret[1]), der die Verhältnisse für *Er. ceramicola* klar legte.

Bei der Vorbereitung zur Sporenbildung sammelt sich nämlich einseitig in den Thalluszellen starkkörniges Plasma, bei *Er. ceramicola* in dem oberen Ende der in den meisten Fällen mehr gestreckten Zellen, bei den übrigen Erythrotrichien seitlich an der nach aussen gekehrten Zellwand. Darauf zerfällt die Zelle durch eine stark gebogene, schräg gestellte (Fig. 25) Wand in eine fertile und in eine vegetativ bleibende Zelle. Letztere hat das normale Aussehen vegetativer Zellen, ist anfangs jedoch sehr inhaltsarm, während alle körnige Substanz in die fertile Zelle übergeht. Die Convexität der Scheidewand ist gegen die vegetative Zelle gerichtet. Bei *Er. obscura*, *ciliaris*, *discigera*, *Boryana* und auch bei den kurzzelligen Exemplaren von *Er. ceramicola* erscheint sie im Profil oft wie eine schmale Mondsichel. Bei der Reife öffnet sich die Wand der fertilen Zelle seitlich oder an einer mehr gegen die Fadenspitze zu gewandten freien Aussenecke, und die Spore tritt mit einem Ruck in wenigen Augenblicken ins Freie. Unmittelbar darauf dehnt sich die zurückbleibende vegetative Zelle stark aus und die dünne Scheidewand legt sich der Innenseite der Membran der entleerten Zelle fest an, so dass die Zelle, obgleich sehr inhaltsarm, den Raum sogleich vollständig wieder ausfüllt. Die Austrittsstelle der Spore bleibt jedoch an dem Riss in der Cuticula und den

1) Le Jolis, Liste des Alg. mar. de Cherbourg, p. 103. Taf. III, 1.

äusseren Membranschichten leicht kenntlich (Fig. 25, *o*). Die Sporenbildung wiederholt sich nun in derselben Zelle mehrere Male, bis zum Absterben des ganzen Thallus. Wie schon früher erwähnt, erzeugen bei den Arten, welche basale Scheiben besitzen, auch die Zellen dieser Sporen, wenn die aufrechten Thallome nur zu geringer Entwickelung gelangen oder gar nicht ausgebildet werden. Die Zellen verhalten sich dabei genau wie die der aufrechten Thallome, die fertile Zelle wird an der oberen, freien Seite durch eine schräge Wand abgetrennt.

Die ausgetretenen Sporen liegen zunächst mehr oder weniger abgerundet ruhig im Wasser und sinken langsam zu Boden, bald beginnen sie aber bei *Bangia* und *Porphyra* stumpfe Ausstülpungen zu treiben und amöboide Bewegungen zu machen, welche für *Porphyra* zuerst von Janczewski beschrieben wurden, dann auch von Reinke bei den ungeschlechtlichen Sporen von *B. atro-purpurea* constatirt und zuletzt wieder von Göbel ausführlich für *B. fusco-purpurea* beschrieben und bildlich dargestellt wurden. Ich brauche deshalb an dieser Stelle nicht näher wieder darauf einzugehen, erwähnt mag nur noch werden, dass der lappige Farbstoffkörper ebenfalls langsame Gestaltänderungen zeigt, die, wie ich vermuthe, indessen wohl nur passiver Natur sind, in Folge der Veränderungen der äusseren Gestalt der Spore. Die bei den ungeschlechtlichen Sporen relativ ausgiebige Bewegung dauert bis 48 Stunden an, worauf sie sogleich zur Keimung schreiten.

Auch die ungeschlechtlichen Sporen der Erythrotrichien sind bewegungsfähig, ohne indessen in irgend einer Weise amöboide Gestaltveränderungen zu zeigen. Sie nehmen sogleich nach dem Austritt vollkommene Kugelgestalt an und beginnen bald darauf sich zu bewegen, ohne Drehung langsam fortschreitend, oft ruckweise, wobei sie die Richtung öfter wechseln. Die Bewegung erinnert durchaus an die Ortsbewegung der Diatomeen. Ausdrücklich muss hier hervorgehoben werden, dass die Bewegung an frei im Wasser schwebenden Sporen ebenso ausgiebig und in derselben Weise erfolgt, wie an anderen, welche einem festen Substrat anliegen. Ebenso verhalten sich ja auch nach Pfitzer[1]) die Diatomeen.

Die Sporen von *Er. ciliaris* reagirten in der Feuchtkammer energisch auf einseitige Beleuchtung, indem sie sich dem diffusen Tageslicht zuwandten, weniger deutlich war in einigen Versuchen der Erfolg einseitiger Beleuchtung bei den Sporen von *Er. discigera*. Ob auch die Sporen der übrigen Formen auf Licht reagiren, ist zwar ziemlich wahrscheinlich, doch habe ich Untersuchungen darüber nicht angestellt.

Die Keimung erfolgte bei den Sporen von *Er. ciliaris* in der Feuchtkammer schon nach 6 Stunden, nach 24 Stunden war bei allen die Bewegung erloschen.

---

1) Hanstein's Botan. Abhandlungen Bd. I, p. 176.

2. Die geschlechtliche Fortpflanzung.

a) Die Spermatien.

Die von Derbès und Solier zuerst entdeckten männlichen Geschlechtsorgane der Bangien schliessen sich, ebenso wie die der übrigen Bangiaceen, so eng den entsprechenden Organen der übrigen Florideen an, dass auch für sie der von Thuret eingeführte Name, der Spermatien, beibehalten werden kann. Zwar wollten Derbès und Solier bei den von ihnen Antherozoidien genannten Körpern Eigenbewegung beobachtet haben, aber schon Reinke hat darauf hingewiesen, dass diese Angaben jedenfalls auf Verwechslung mit anderweitigen organischen Gebilden beruhen müssen. Die sonderbaren Angaben von Koschtsug wurden ebenfalls oben schon zurückgewiesen.

Bezüglich der Bildung der Spermatien sind wieder *Bangia* und *Porphyra* einerseits und *Erythrotrichia* andererseits gesondert zu betrachten.

Die Theilungen, welche bei *Porphyra*, der sich *Bangia* genau anschliesst, zur Entstehung der Spermatien führen, wurden zuerst von Nägeli genau beschrieben. In den Zellen der mittleren Thalluspartien tritt zuerst eine der Oberfläche parallele Querwand auf, jede der so entstandenen Zellen zerfällt dann in vier Quadrantenzellen, diese, durch eine der Oberfläche parallele Wand, wieder in zwei Zellen und so fort, bis je nach der Grösse der ursprünglichen Zelle eine verschiedene Zahl von sehr kleinen rundlichen Zellchen entstanden ist. Bei *Porphyra* können bis 64 und mehr solcher Zellchen aus einer Mutterzelle hervorgehen, bei *Bangia* ist die Zahl indessen geringer.

Gleichzeitig mit den successiven Theilungen in den Mutterzellen nimmt die Menge des Farbstoffes rasch ab, er verschwindet zuletzt anscheinend vollständig, sodass die reifen Spermatien farblos sind. In dem feinkörnigen Protoplasma liegt jedoch eine kleine homogene Masse, welche durch den Rest des Farbstoffes blassgelb gefärbt ist, und dieses Rudiment eines Farbstoffkörpers umschliesst einen sehr kleinen Kern, der durch Färbungsmittel leicht nachweisbar ist (vergl. Janczewski l. c. p. 352).

Die Spermatien gehen bei *Bangia fusco-purpurea*, sowie bei *Porphyra laciniata* in der Regel aus allen Zellen besonderer Exemplare hervor, bei *P. leucosticta* sind es dagegen nur einzelne streifenförmige Partien des Thallus, welche männlich sind, während in anderen Streifen ungeschlechtliche Sporen oder auch Procarpien entstehen. Bei dieser Art lässt sich leicht constatiren, dass die Zellen der männlichen Streifen schon vor dem Auftreten der Theilungen durch ihre etwas geringere Grösse, sowie durch dunklere Färbung vor den nicht männlichen Zellen ausgezeichnet sind, was besonders bei Betrachtung des Thallus mit sehr schwachen Vergrösserungen in die Augen fällt (vergl. Fig. 1). Die männlichen Zellen finden sich indessen bei *P. leucosticta* auch ganz vereinzelt grösseren Gruppen neutraler, seltener weiblicher Zellen eingelagert, oder es finden sich umgekehrt einzelne neutrale Zellen zwischen den männlichen eingestreut. Ja es kann sogar eine Spermatienmutterzelle nach den ersten Theilungen

noch zum Theil sich zu neutralen Sporen, zum andern Theil zu Spermatien umbilden, eine Erscheinung, auf welche zuerst von Janczewski [1]) hingewiesen wurde. In solchen Fällen finden sich häufig alle Uebergänge zwischen neutralen Sporen und Spermatien hinsichtlich der Grösse und Färbung (Fig. 5). Wie es sich mit der Entwickelungsfähigkeit dieser Gebilde verhält, habe ich leider nicht constatiren können. Bis zu einer gewissen Grösse herab zeigen aber diese intermediären Bildungen noch amöboide Beweglichkeit.

Die reifen Spermatien werden frei durch vollständige Auflösung der Zellhäute der Fäden, wobei zunächst oft noch die zuletzt entstandenen Tetraden vereinigt bleiben, bald sich aber ebenfalls durch Quellung der Haut von einander lösen. Die frei gewordenen Spermatien besitzen eine Haut nicht.

Die Entstehung der Spermatien bei der Gattung *Erythrotrichia* schliesst sich genau der Bildung der ungeschlechtlichen Sporen bei dieser Gattung an. Die Spermatien werden als kleine Zellchen von den einzelnen Zellen der erzeugenden Fäden abgeschnitten und treten bei der Reife durch die sich öffnende Zellwand nach aussen. Aus jeder Zelle gehen wahrscheinlich nach einander mehrere Spermatien hervor (Fig. 18 und 19).

Soweit meine Beobachtungen reichen, scheinen die Fäden oft rein männlich zu sein, so finden sich bei *Er. discigera* und *Er. obscura* vielfach nur Fäden mit Spermatienfructification. Andere Fäden derselben Arten erzeugten aber neben den Spermatien auch reichlich neutrale Sporen, und in noch anderen, aber selteneren Fällen fanden sich auch Spermatien und Procarpien auf denselben Fäden ein (Fig. 23 bei *a*). Diese beiden Arten dürften sich daher ähnlich verhalten wie *Porphyra leucosticta*. Auch bei *Bangia fusco-purpurea* und *Porphyra laciniata* findet man übrigens in selteneren Fällen die verschiedenen Fructificationen gemischt auf denselben Exemplaren.

Ob *Er. ciliaris* mit ihnen übereinstimmt, vermag ich nicht zu sagen, da ich bei dieser Art die Spermatien zu selten gefunden habe, bei *Er. ceramicola* und *Er. Boryana* wurde, wie hier gleich erwähnt werden mag, geschlechtliche Fructification überhaupt nicht beobachtet, obwohl, wenigstens von der ersteren, viel Material untersucht werden konnte.

Die Spermatien der Erythrotrichien sind kugelig, von relativ bedeutender Grösse im Vergleich zu denen von *Bangia* und *Porphyra*, sie enthalten ferner einen kleinen, gut sichtbaren Farbstoffkörper, welcher den centralen Zellkern umgibt und der besonders bei *Er. obscura* nicht zu übersehen ist. Auch die Fähigkeit freier Ortsbewegung ist ihnen bei dieser Gattung eigen, genau wie den ungeschlechtlichen Sporen derselben Gattung. Bei den Spermatien von *Bangia* und *Porphyra* ist mir, wie auch den früheren Beobachtern, eine solche freie Bewegung nicht aufgefallen, sollte sie aber doch in sehr geringem Grade vorhanden sein, so würde sie jedenfalls mit der der übrigen Sporen der beiden Gattungen nicht übereinstimmen, denn die Spermatien besitzen niemals amöboide Umrisse.

1) l. c. p. 352.

b) Procarpien, Befruchtung und Entwickelung der geschlechtlichen Sporen.

Die Bildung der geschlechtlichen Sporen ist an einen Befruchtungsvorgang geknüpft, der bei allen Bangiaceen in durchaus gleichmässiger Weise erfolgt, und in dem wir den einfachsten Modus des für alle Florideen charakteristischen Befruchtungsvorganges realisirt finden. Verfasser hat die betreffenden Vorgänge früher für *Porphyra leucosticta* eingehend beschrieben.

Diejenigen Streifen des Thallus dieser Art, welche Procarpien erzeugen, zeichnen sich etwas unterhalb der Stelle, wo in den männlichen Streifen die ersten zur Oberfläche des Thallus parallelen Wände auftreten, bei schwacher Vergrösserung, weniger deutlich auch schon dem blossen Auge bei durchfallendem Licht durch etwas hellere Färbung gegenüber den letzteren aus. Von der Fläche gesehen, sind die Zellen bedeutend grösser als die Mutterzellen der Spermatien (Fig. 1). Wo sie mit neutralen Zellen untermischt vorkommen, erkennt man, dass sie auch diese an Grösse etwas übertreffen, auch sind sie in diesem Falle länger als die Mutterzellen der neutralen Sporen und ragen deshalb beiderseits über den Thallus etwas hervor. Ihre Färbung fand ich in zahlreichen Fällen mehr schwärzlichgrün, wogegen die umgebenden Sporenmutterzellen mehr röthlichbraune Nuancen zeigten. Im übrigen unterscheiden sich die Procarpzellen zunächst nicht weiter von gewöhnlichen vegetativen Thalluszellen. Etwas weiter gegen die Spitze des Thallus zu, entsprechend der Region, in der in den männlichen Zellen die erste Theilwand auftritt, findet man bei stärkerer Vergrösserung und Einstellung auf die Thallusoberfläche eine grosse Menge von Spermatien der letzteren anhaften. Profilansichten, welche man auf Schnitten durch den Thallus, oder noch leichter durch einfaches Falten desselben erhält, zeigen, dass die Spermatien sich zunächst der Oberfläche, unmittelbar über den einzelnen Zellen, oft zu mehreren dicht anlegen. Später findet man sie in der Richtung senkrecht gegen die Thallusfläche etwas zusammengedrückt und es lässt sich jetzt an ihrer Oberfläche eine dünne Cellulosemembran nachweisen. Setzt man nun zu den Präparaten etwas verdünntes Glycerin, wodurch die Wände des Thallus etwa bis auf das zwei- oder dreifache aufquellen, so erkennt man, dass von dem mit einer Haut umgebenen Spermatium eine feine Ausstülpung ausgeht, welche die Haut der Procarpzelle senkrecht durchbohrt. Durch den so erzeugten feinen Canal tritt das Plasma des Spermatiums bis auf wenige feinkörnige Reste, welche der feinen Cellulosemembran anhaften, in die Procarpzelle über und vereinigt sich mit ihrem Plasma. Die anhängende entleerte Cellulosemembran verschwindet ziemlich bald nachher, dagegen bleiben innerhalb der Membran der Procarpzelle körnige Reste im Innern des feinen Canals noch etwas länger sichtbar (s. Fig. 13 bei *Bangia*).

Die Folge der Vereinigung ist, dass sich das Plasma der Procarpzelle stark vermehrt, es treten zahlreiche feine Stärkekörnchen in ihm auf und der ganze Saftraum schwindet. Gleichzeitig ziehen sich die Ausstülpungen des Farbstoffkörpers von den Wänden zurück, der letztere bildet um den Zellkern eine unregelmässig gelappte Masse. Darauf erfolgt die erste Theilung parallel der Thallusoberfläche, und in jeder Theilzelle bilden sich bald darauf noch

zwei Quadrantenwände, sodass gewöhnlich aus jeder befruchteten Procarpzelle acht Zellen entstehen, deren Inhalt als Spore austritt. Es sind dies die bisher bekannten, von Janczewski mit dem Namen Octosporen bezeichneten Zellen.

Während die gleich bei der Reife befruchteten Procarpzellen eine Veränderung ihrer äusseren Form nicht mehr erleiden, entstehen an den Zellen, welche auf die Befruchtung längere Zeit warten müssen, beiderseits kurze hyaline Ausstülpungen, welche sich anfangs nur an dem protoplasmatischen Inhalt bemerkbar machen, besonders nach der Contraction mit etwas Glycerin, die aber später auch über die Thallusoberfläche etwas hervortreten. Da in der Regel viele Procarpien nicht unmittelbar befruchtet werden, so sind etwas ältere Thalluspartien gewöhnlich dicht mit kleinen Vorstülpungen auf beiden Flächen des Thallus besetzt. An diese Vorstülpungen legen sich dann bei der später erfolgenden Befruchtung die Spermatien an. Dieselben können also als erste Andeutungen von Trichogynehaaren betrachtet werden, von denen sie sich indessen dadurch unterscheiden, dass ihr ganzer Inhalt nach der Befruchtung mit in die Bildung der Sporen einbezogen wird.

Bleibt die Befruchtung der einzelligen Procarpien ganz aus, so entstehen weitere äussere Formveränderungen an ihnen nicht, dagegen treten im Inhalt successive Aenderungen ein, die schliesslich mit dem Absterben der Zelle endigen. Zunächst nimmt auch in ihnen freilich die Menge des Plasma zu, die Vacuolen verschwinden, aber der Zellinhalt wird grobkörniger und missfarbig, dadurch, dass der Farbstoffkörper zuerst heller grünlich, später aber mehr und mehr gelblich wird und zuletzt seine scharfe Abgrenzung gegen das übrige Zellprotoplasma einbüsst. Auch treten unter diesen Umständen wie bei der Entstehung der Form *lutea* körnige Bildungen im Innern des Farbstoffkörpers auf. Schliesslich wird die Zelle ganz farblos, sie schrumpft stark zusammen unter Quellung der umgebenden Membran, das Protoplasma wird arm an Substanz und wieder vacuolig (Fig. 6). Bald darauf sterben die Zellen ab, ihre Reste bleiben lange, je nach den Umständen in grösserer oder geringerer Zahl, zwischen den befruchteten, Sporen erzeugenden Zellen sichtbar, wo sie früher schon von Thuret und Janczewski beobachtet wurden.

Eine Befruchtung ist übrigens noch ziemlich lange Zeit nach der Reife möglich, wenn schon die Umänderungen, welche zur Desorganisation führen, ziemlich weite Fortschritte gemacht haben. Nur sind in diesen Fällen auch die erzeugten Sporen anscheinend weniger lebenskräftig, werden in geringerer Zahl erzeugt und sind daher oft von viel bedeutenderer Grösse, als die übrigen. So trifft man bei den beiden *Porphyra*-Arten unter den entleerten Sporen häufig riesige Formen, deren Durchmesser den der normalen oft um das mehr als dreifache (Fig. 8*a*) übertrifft, und welche von solchen spät befruchteten Procarpien erzeugt wurden. Sie sterben gewöhnlich in den Culturen zuerst ab, doch kann man auch ihre Keimung beobachten, welche mit der der normalen, geschlechtlich erzeugten Sporen übereinstimmt.

Bei *Porphyra leucosticta* entstehen aus dem befruchteten Procarp in der Regel 8 Sporen, bei jungen Pflanzen, welche frühzeitig anfingen zu fructificiren, aber ganz allgemein weniger, 4 oder auch sehr oft nur 2, indem in dem Procarp nur eine einzige Transversalwand auftritt.

Ob auch in selteneren Fällen der ganze Inhalt des Procarps zu einer einzigen Spore sich umbilden kann, habe ich nicht feststellen können.

Der vordere Thallusrand erscheint an den weiblichen Streifen schon dem blossen Auge gescheckt, in Folge der ungleichmässigen Ausbildung der einzelnen Zellen. Reife, halbreife Cystocarpien und Procarpien in allen Stadien der Desorganisation finden sich untermischt und bedingen durch ihre verschiedene Färbung diese Erscheinung. Zum Unterschied von den ungeschlechtlichen Sporen treten in Folge dessen die geschlechtlichen auch sehr ungleichzeitig aus, und man findet deshalb am vorderen Thallusrande eine längere Region, in der halbreife Cystocarpien mit eben sich entleerenden und schon entleerten unregelmässig vermengt auftreten.

Das scheckige Aussehen ist am auffallendsten am vorderen Thallusrande der weiblichen Exemplare von *Porphyra laciniata*, bei der die reifen Procarpien schwärzliche, die reifen Sporen schön rothe, die Procarpien in den verschiedenen Stadien des Absterbens aber zunächst grünliche und gelbliche Färbung zeigen, um später ebenfalls farblos zu werden. Auffallend ist, dass bei dieser Art die Procarpien sich oft sehr stark über die Oberfläche des Thallus vorwölben, nicht mit spitzen, sondern mit kolbigen Vorstülpungen. Einen extremen Fall zeigt die Fig. 7, welche einer kleinen weiblichen Pflanze entnommen ist. Die Vorstülpungen sind entweder nur nach einer, oder nach beiden Seiten gerichtet. Die Cystocarpien sind von bedeutenderer Grösse, die Zahl der Sporen ist beträchtlicher in kräftigen Exemplaren, die Sporen selbst sind aber kleiner als bei *P. leucosticta* (Fig. 10).

Bei *Bangia fusco-purpurea* erreichen die Procarpzellen ihre Reife etwas oberhalb der Mitte des weiblichen Fadens. Hier findet man die Spermatien gewöhnlich in grosser Menge der Oberfläche der Fäden anhaften und ebenso wie bei *Porphyra* die Befruchtung vollziehen (Fig. 13).

Die entleerte Zellhaut des Spermatiums verschwindet auch hier sehr bald, doch lassen sich in der durch Glycerinzusatz gequollenen Membran einzelne körnige Reste des übergetretenen Plasma auch hier etwas länger erkennen.

Verspätete Befruchtungen können ebenfalls bis fast zur Spitze der Fäden hinauf eintreten (Fig. 12).

Die Vorstülpungen, welche sich auch bei *Bangia* bei längerem Ausbleiben der Befruchtung an den Procarpien, aber natürlich nur an der einen, nach aussen gekehrten Wand derselben bilden, sind ziemlich stumpf und weniger auffallend.

Nach der Befruchtung entsteht zunächst eine Querwand parallel der Oberfläche des Fadens in der Procarpzelle, dann wenig regelmässig verlaufende radiale Theilungen, wodurch auch hier bei kräftigen Fäden acht geschlechtliche Sporen entstehen, wie bei *P. leucosticta*.

Die geschlechtlich erzeugten Sporen von *Bangia* und *Porphyra* sind mit Ausnahme der wenigen Exemplare von abnormer Grösse, kleiner als die ungeschlechtlichen, indessen wechseln die Grössenverhältnisse sehr, wie Fig. 8 zeigt, so dass es keinen Werth hat, genauere Messungen anzugeben. Zum Unterschied von den feinkörnigen ungeschlechtlichen Sporen

enthalten sie viele kleine, stark lichtbrechende Stärkekörnchen, welche sich an Alkoholmaterial mit Jodlösung schön blau färben, und daneben weniger stark lichtbrechende Kügelchen, welche bei der Desorganisation der Spore in destillirtem Wasser sich lösen. Der Farbstoffkörper ist kleiner, weniger gelappt wie an den ungeschlechtlichen Sporen und erscheint weniger scharf abgegrenzt. Die amöboide Bewegung findet sich auch bei den geschlechtlichen Sporen, sie ist indessen träger als bei den ungeschlechtlichen. Nach 24—48 Stunden beginnt die Keimung.

Bei den Erythrotrichien sind weibliche Pflanzen weit seltener, als bei den vorherbehandelten beiden Gattungen. Nur bei zwei Arten, bei *Er. obscura* und *Er. discigera*, habe ich sie etwas häufiger aufgefunden, die überwiegende Mehrzahl der Exemplare war aber auch bei ihnen immer neutral. Von *Er. ciliaris* habe ich nur einigemale Fäden gefunden, an welche sich Spermatien angesetzt hatten, ohne dass ich jedoch die betreffenden Vorgänge näher verfolgen konnte. Von *Er. ceramicola* und *Er. Boryana* sind mir bisher weibliche Exemplare, wie oben auch schon hinsichtlich der männlichen erwähnt wurde, nie zu Gesicht gekommen.

Die Procarpzellen unterscheiden sich auch bei den beiden näher untersuchten Arten in nichts von vegetativen Zellen, auch eine Vorstülpung nach aussen ist zunächst nicht vorhanden, bildet sich aber auch bei dieser Gattung später in geringem Grade aus (Fig. 22 und 24*a*).

Die sich der Thallusoberfläche, zuweilen in ziemlicher Anzahl, gewöhnlich aber spärlicher ansetzenden Spermatien nehmen etwas längliche Gestalt an, erhalten auch hier eine dünne Membran und durchbohren die Haut der Procarpzelle mit einem feinen Keimschlauch, durch welchen dann der Inhalt in die weibliche Zelle übertritt (Fig. 23). Letztere füllt sich nach der Befruchtung mit kleinkörniger Stärke und dichtem Plasma und bildet sich zu einer einzigen geschlechtlichen Spore um. Es wäre indessen nicht ausgeschlossen, dass auch gelegentlich die Procarpzellen sich später in zwei Sporenzellen theilten, denn dieselben zeigen ziemlich beträchtliche Grössenverschiedenheiten, sodass es später nicht festzustellen ist, ob zwei nebeneinanderliegende, ziemlich zur Reife gelangte Sporenzellen aus einzelnen kleineren, oder durch Theilung aus einem grösseren Procarp hervorgegangen sind. Theilungsstadien, welche diese Frage mit Sicherheit gelöst hätten, habe ich nicht gefunden, da man lange suchen muss, um überhaupt weibliche Fäden zu finden. Aus denselben Gründen vermag ich über den Austritt und das Verhalten der Sporen nach demselben näheres nicht anzugeben.

Blicken wir nun noch einmal zurück auf die Beziehungen, welche zwischen den neutralen Sporen, den Spermatien und den Cystocarpsporen bei den Bangiaceen bestehen, so kann an der morphologischen Homologie derselben hier ein Zweifel nicht bestehen. Für die neutralen Sporen und Spermatien wird diese Homologie auf das beste durch die bei *Porphyra* häufig, bei *Bangia* seltener vorkommenden Uebergangsbildungen bewiesen. Andererseits sind aber auch Spermatien und Cystocarpsporen ihrer ganzen Entwickelung nach ohne Zweifel homolog. Dagegen entspricht das Procarp den Mutterzellen der neutralen Sporen und der Spermatien in

jeder Beziehung. Die Bangiaceen beweisen also, dass die von Pringsheim[1]) entwickelte Anschauung über den Befruchtungsvorgang und den Generationswechsel bei den Florideen die naturgemässere ist, indem das Procarp nicht mit dem Ei der Chlorosporeen und Melanophyceen homolog ist, sondern mit der Mutterzelle desselben. Sie zeigen also, dass die Befruchtung schon an dem Jugendstadium des weiblichen Organs stattfindet, und dass erst nach derselben die den befruchteten Eizellen morphologisch homologen Cystocarpsporen entstehen. Da dieselbe bei den Erythrotrichien auch in Einzahl auftreten, so schliessen sich die letzteren am meisten dem Verhalten der grünen und braunen Algen an.

Keimung und Verlauf der Entwickelung.

Dass die Sporen einer Art des süssen Wassers, *Bangia atro-purpurea*, unmittelbar wieder zu neuen Fäden auswuchsen, wurde zuerst von Derbès und Solier constatirt, für *Bangia fusco-purpurea* zeigte dann später Reinke dasselbe an aus Helgoland stammendem Material, und zugleich bestätigte derselbe die Angaben von Derbès und Solier betreffs der Sporen der *Bangia atro-purpurea*.

Derbès und Solier beobachteten auch den Beginn der Keimung bei den Sporen von *Porphyra* (l. c. Taf. XVI, Fig. 12), Thuret verfolgte die Keimung weiter (Étud. phyc. Taf. XXXI). Reinke beschrieb (l. c. Taf. XIII, Fig. 12, 13, 14) ganz entsprechende Keimungsvorgänge für *Bangia fusco-purpurea*, welche er in den Wintermonaten in Neapel untersuchte.

Die nähere Untersuchung zeigt nun, dass es bei *Bangia* und *Porphyra* die ungeschlechtlichen Sporen sind, welche unmittelbar zu neuen Pflanzen heranwachsen. Nachdem die Sporen eine Zeitlang amöboide Bewegungen ausgeführt haben, nehmen sie zuletzt eine gestreckte Gestalt an und erhalten gleichzeitig eine dünne Membran. An dem einen, basalen Ende der einzelligen Keimpflanze entsteht sogleich ein mehr oder weniger langes Rhizoid, welches mit seiner stark gequollenen Membran fest am Substrat haftet. Legte die Spore selber sich sogleich dem Substrat fest an, so wird das Rhizoid zunächst gar nicht, oder nur schwach entwickelt. Darum findet man im Freien an den ganz jungen Keimpflanzen meist nie ein Rhizoid entwickelt, welches erst weit später auftritt. Bald darauf tritt in den jungen Keimpflanzen die erste Querwand auf. Weiterhin theilt sich bei *Porphyra leucosticta* die untere Zelle noch einmal, worauf die basale Tochterzelle weitere Theilungen nicht mehr eingeht, während die übrigen Zellen sich zunächst durch Querwände weiter theilen, so jedoch, dass die Wachsthumsenergie in den oberen Zellen etwas grösser als in den der Basis zugewandten ist. Bald entstehen in der oberen Partie des jungen Thallus auch Längswände, der Umriss desselben wird lanzettlich, oder umgekehrt ei- oder keilförmig mit zugespitzter Basis und mehr oder weniger stark abgestumpftem vorderen Rande. Aus den der Basis benachbarten Zellen entstehen frühzeitig weitere Rhizoiden.

1) Jahrbücher Bd. 11. p. 6 ff.

Die Keimpflanzen von *Bangia* erreichen gewöhnlich die Länge von einigen Millimetern, bevor bei ihnen in den Zellen der oberen Partien Längswände auftreten.

Die Fructification kann an den jungen Pflanzen sehr frühzeitig beginnen, *Porphyra*-Exemplare von noch nicht 1 cm Länge schreiten vielfach schon zur Sporenbildung am vorderen und an den Seitenrändern, Bangien in noch früheren Stadien.

Bei den Erythrotrichien sind die ungeschlechtlichen Keimpflanzen nach den Arten verschieden gestaltet. Bei *Er. ceramicola* und *Er. ciliaris* sind es einfache Fäden, welche nichts besonderes zeigen. Bei *Er. discigera*, *Er. obscura* und *Er. Boryana* entstehen zunächst die schon früher beschriebenen Scheiben. Die Spore legt sich bei der Keimung dem Substrat fest an, flacht sich stark ab und theilt sich hierauf, durch zum Substrat senkrechte Wände, in der in den Abbildungen angegebenen Weise (Fig. 20, 15, 16, 17). Man findet die Keimpflanzen in allen Entwickelungsstadien in der Nachbarschaft älterer Exemplare. In der Cultur lassen sie sich auch bei *Er. discigera* verfolgen, hier beginnen aber gewöhnlich schon wenigzellige Scheiben wieder zu fructificiren, 2—4zellige, ja sogar einzellige Keimpflanzen sistiren ihr Wachsthum und bilden eine Zeitlang in der früher beschriebenen Weise Sporen, bis sie zu Grunde gehen. Die aus den letzteren hervorgegangenen Keimlinge verhalten sich in derselben Weise, doch wird die Grösse der successiven Generationen immer geringer.

Die für *Porphyra* und *Bangia* von Thuret und Reinke beschriebenen Keimpflanzen zweiter Art entstammen den geschlechtlich erzeugten Sporen.

Die von beiden Forschern in Uebereinstimmung gemachte Beobachtung, dass nur ein geringer Theil der von ihnen ausgesäeten Sporen wirklich zu Keimpflanzen auswuchs, während der grösste Theil zu Grunde ging, eine Beobachtung, welche Reinke veranlasste, die Nothwendigkeit einer directen Befruchtung der ausgetretenen Sporen durch die Spermatien anzunehmen, erklärt sich unter diesen Umständen ohne Schwierigkeit aus der grossen Empfindlichkeit der beiden Algen gegen die Cultur überhaupt, eine Empfindlichkeit, welche ja allgemein bei den nackten Sporen noch gesteigert zu sein pflegt. Bei *Porphyra laciniata*, welche widerstandsfähiger ist, erhält man ohne Schwierigkeiten Keimpflanzen aus allen ausgetretenen Sporen, nur ganz vereinzelte gehen bei richtig geleiteter Cultur zu Grunde.

Die geschlechtliche Spore rundet sich bei der Keimung kugelig ab, umgibt sich mit einer Membran und treibt dann, ohne selber zunächst an Grösse zuzunehmen, einen dünnen seitlichen Keimschlauch, der sich durch Querwände gliedert und eine beträchtliche Länge erreichen, sich auch aus den langen Gliederzellen verzweigen kann, wie schon Thuret nachgewiesen hat. Der Farbstoff ist in den dünnen Rhizoidenzellen in ziemlich geringer Menge vorhanden und an einen langgestreckten Farbstoffkörper gebunden. Später können aus der Sporenzelle noch weitere Schläuche hervorgehen, die Zelle selber kann sich nach einiger Zeit häufig in zwei oder drei secundäre Zellen theilen. Weitere Entwickelung wurde bisher nicht beobachtet. Auch mir ist es nicht gelungen, dieselbe in der Cultur wesentlich weiter verfolgen zu können, nur bei *Porphyra laciniata* halten sich die Keimpflanzen etwas länger und hier erhielt ich, neben überwiegenden Pflanzen der beschriebenen Form, auch einzelne, bei

denen aus der Spore zunächst ein perlschnurförmiger Faden von bis vier oder fünf Zellen entstanden war, welche der abgerundeten Sporenzelle an Grösse und Form wesentlich glichen. Zuweilen sass der einen oder anderen dieser Zellen auch seitlich noch eine ähnliche Zelle an. Erst aus diesen Zellen entsprangen dann die langen Rhizoiden.

Weitere Entwickelungsstadien konnten auch bei monatelang fortgesetzter Cultur nicht erhalten werden, vielmehr gingen die Pflanzen allmählich zu Grunde.

Es blieb mir deshalb nur übrig zu versuchen, ob sich nicht an den im Freien gefundenen Keimlingen die weitere Entwickelung mit genügender Sicherheit würde verfolgen lassen, und dieser Weg musste um so Erfolg verheissender erscheinen, als die betreffenden Bangiaceen ja in grossen Mengen gesellig vorkommen und Keimpflanzen auf dem natürlichen Substrat und auf allen benachbarten Algen überaus häufig sind. Aber trotzdem ich zu verschiedenen Jahreszeiten tausende von Keimpflanzen untersucht habe, so ist es mir nie gelungen, andere Keimlinge im Freien aufzufinden, als die, welche man aus den ungeschlechtlichen Sporen auch in der Cultur erhält. Auch in den Frühjahrsmonaten März, April, Mai, wo im Freien, wie man sich besonders bei *Porphyra leucosticta* leicht überzeugen kann, fast nur geschlechtliche Sporen erzeugt werden, sind nur Keimpflanzen einerlei Art aufzufinden.

Diese auffallende Thatsache zwingt, glaube ich, zu der Annahme, dass die in der Cultur erhaltenen Keimpflanzen abnormale sind, dass die geschlechtlichen Sporen unter normalen Bedingungen im Freien ebenfalls direct zu neuen Pflanzen auswachsen. Vielleicht erfolgt ihre Entwickelung aber bedeutend langsamer, als die der ungeschlechtlichen Sporen. So würde es sich erklären, dass sie über die Anfangsstadien der Keimung nicht hinauskommen, und dass diese dazu in abnormer Weise erfolgen, indem durch die längeren ungünstigen Culturbedingungen der Organismus schon zu sehr alterirt wurde. Auch die ungeschlechtlichen Keimpflanzen gehen in der Cultur bald zu Grunde und zeigen manche Abnormitäten, wie die oben erwähnten verzweigten Keimlinge von *Er. ciliaris* und die so frühzeitig fructificirenden von *Er. discigera* beweisen. Sind die Rhizoiden gegen die Culturbedingungen weniger empfindlich, so müssen sie sich relativ stark entwickeln, auch an den ungeschlechtlichen Keimlingen sind sie, wie schon früher erwähnt, in der Cultur ja stärker ausgebildet, da sie an den im Freien gefundenen Pflanzen zunächst gewöhnlich ganz vermisst werden.

Wenn nun auch wahrscheinlich die Keimung der geschlechtlichen Sporen langsamer erfolgen dürfte, als bei den ungeschlechtlichen, so deutet doch andererseits nichts darauf hin, dass diese Sporen normal eine längere Ruheperiode, ohne sich merklich zu verändern, durchmachen. Man müsste in diesem Falle diese Ruhezustände finden unter den übrigen Keimpflanzen, und das ist nicht der Fall. Auch ist, um die sommerliche Vegetationsruhe, welche *Bangia* und *Porphyra* im Golf von Neapel zeigen, zu ermöglichen, wie sich aus den früheren Angaben über die Widerstandsfähigkeit der vegetativen Zellen gegen das Eintrocknen ergibt, die Annahme besonderer Dauerzustände nicht erforderlich. Man kann untere Thalluspartien von *Bangia* und *Porphyra leucosticta* den ganzen Sommer hindurch an den geeigneten Orten, wenn auch spärlich auffinden und sich überzeugen, dass sie ebenso wie die im Zimmer trocken ge-

haltenen Exemplare in der Nähe der Basis ganz intacte Zellen enthalten. Ob freilich auch ganz junge, etwa einzellige Keimpflanzen den Sommer überdauern können, ist schwer festzustellen. An denselben Orten, wo *Bangia* und *Porphyra* vegetiren, treten um die Zeit ihres Verschwindens im Juni eine Anzahl von Phycochromaceen, besonders *Lyngbya*-Arten auf, welche in ähnlicher Weise dichte Ueberzüge auf den Felsen bilden und zwischen denen es unmöglich ist, das Vorhandensein kleiner Bangiaceen-Pflänzchen zu constatiren. Die ersten Keimpflanzen, welche ich Anfang October von *Bangia fusco-purpurea* im Freien wieder auffand, waren ganz kleine, normale Fäden, und zugleich mit ihnen fanden sich noch Reste älterer Fäden vom Frühjahr vor, mit anscheinend lebenden Zellen an der Basis.

Gegen das Vorhandensein besonders organisirter Ruhestadien, wie sie bei den Süsswasseralgen so verbreitet sind, spricht auch, dass solche, soweit meine Beobachtungen reichen, ziemlich allgemein den Meeresalgen fehlen, bei denen eine eventuelle Ruheperiode von den normalen Keimpflanzen auf einem früheren Stadium der Entwickelung überdauert wird, ohne dass jedoch während dieser Zeit das Wachsthum ganz sistirt ist. Auch der Umstand, dass die geschlechtliche Fructification der Bangiaceen gleich im Herbst beim ersten Erscheinen derselben wieder beginnt, spricht dagegen, obwohl die ungeschlechtlichen Sporen allerdings um diese Zeit vorwiegen, im Frühjahr dagegen weit seltener sind.

Ob die geschlechtlichen Sporen der Erythrotrichien in derselben Weise wie die ungeschlechtlichen keimen, vermag ich nicht anzugeben. Auch bei *Er. discigera* und *Er. obscura* sind die geschlechtlichen Pflanzen zu selten und immer mit ungeschlechtlichen untermischt, sodass Culturversuche schon hierdurch ausgeschlossen sind. Wie schon früher erwähnt, sind die betreffenden Arten das ganze Jahr hindurch vorhanden, indessen sind sie in den Sommermonaten viel seltener und erreichen meist nur sehr geringe Grösse.

Im Laufe der Vegetationsperiode folgen bei den Erythrotrichien jedenfalls mehrere Generationen aufeinander, wahrscheinlich aber auch bei den beträchtlich grösseren Formen von *Bangia* und *Porphyra*. Sicher lässt sich indessen die Lebensdauer nicht bestimmen. In entwickelten Rasen findet man aber immer eine mehr oder weniger grosse Zahl von älteren Exemplaren von geringerer Höhe, die kaum noch vegetative Zellen enthalten und welche schliesslich ganz in Sporenbildung aufzugehen scheinen.

Systematische und floristische Notizen.

Die systematische Stellung der Bangiaceen kann nach dem Vorhergehenden einer Ungewissheit nicht mehr unterliegen, sie sind echte Florideen, stehen aber zweifelsohne am Anfang der ganzen Reihe. Beziehungen zu den Ulvaceen und Ulothricheen, welche man früher vielfach hervorgehoben hat, sind jedenfalls nicht vorhanden, entsprechenden Bau- und Wachsthumsverhältnissen des Thallus geht jede Bedeutung ab. Allerdings stehen die Bangiaceen in dieser Hinsicht unter den Florideen ganz isolirt da, sie bilden einen gleich an der Basis dieses grossen Algenstammes sich abzweigenden Ast, der sich eigenartig ausgebildet hat, aber

keine weitere Gliederung zeigt. Schon die Chantransien unter den Nemalieen, welche den Bangiaceen, speciell den Erythrotrichien vermuthlich am nächsten stehen dürften, schliessen sich in jeder Beziehung allen übrigen Florideen viel enger an.

Schwieriger gestaltet sich die Frage des Anschlusses der Bangiaceen nach unten. Cohn[1]) hat früher die Vermuthung ausgesprochen, dass sie zu den Phycochromaceen in näherer Beziehung stehen möchten, und in der That sind im vegetativen Verhalten manche Anklänge vorhanden, welche dazu Berechtigung zu geben scheinen. Auch Bornet[2]) hebt dies hervor. Besonders das weiter unten noch kurz zu behandelnde *Goniotrichum* wird immer den Verdacht einer den Phycochromaceen nahestehenden Pflanze erwecken, obwohl es in den meisten Beziehungen durchaus mit den Bangiaceen übereinstimmt.

Freilich ist die Kluft, welche die Phycochromaceen von den Florideen ohne Zweifel trennt, keine geringe, aber unsere Kenntnisse bezüglich des Entwickelungsganges der ersteren sind, trotz der bedeutenden in dieser Hinsicht schon vorliegenden Arbeiten, noch wenig vollständig. Die zahlreichen und schönen marinen Formen sind bezüglich ihrer Entwickelung noch kaum untersucht und gerade sie dürften wichtige Aufschlüsse erwarten lassen. Die hier in grossen Mengen vorkommenden *Dermocarpa*-artigen Formen weichen von dem Bild, das wir uns nach den vorwiegend untersuchten Süsswasser- und terrestrischen Formen von den Phycochromaceen zu machen gewohnt sind, sehr wesentlich ab. Dass es gelingen wird, wenigstens bei den höheren Formen der Phycochromaceen noch eine geschlechtliche Fortpflanzung nachzuweisen, ist ebenfalls noch nicht ausgeschlossen.[3])

Auf jeden Fall möchte ich der zweifellos nahen Verwandtschaft der Farbstoffe in den beiden Gruppen der Phycochromaceen und der Florideen nicht so wenig Gewicht beilegen, wie dies de Bary[4]) will, nachdem sich die Bedeutung des Farbstoffes für die Trennung der drei grossen natürlichen Algengruppen der Chlorosporeen, der Melanophyceen und der Florideen so ausnahmslos bewährt hat.

Für einen näheren Anschluss der Florideen an die Chlorosporeen sehe ich kaum eine Möglichkeit, die Beziehungen, welche die Bangiaceen im Bau des Thallus, wie schon früher erwähnt, zu den Ulvaceen und den Ulothricheen zeigen, sind so äusserliche, dass sie augenblicklich in keiner Weise mehr in Betracht kommen können. Dem Anschluss durch Vermittelung der Coleochaeteen, durch welche er bisher immer versucht worden ist, entzieht, glaube ich, die Berücksichtigung der Bangiaceen ziemlich jeden Boden.

1) Arch. f. mikr. Anat. III. 1877. p. 36. 2) Étud. phyc. p. 62.

3) Nachträgl. Anm. Die nach Abschluss des Manuskriptes zu der vorliegenden Arbeit erschienene Abhandlung von Zopf (Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882) scheint mir für die Aufdeckung der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Bangiaceen und den Phycochromaceen von grosser Bedeutung zu sein. Man vergleiche z. B. einen Micrococcen (Sporen) bildenden Faden von *Phragmonema sordidum* (Taf. VII) mit einem fructificirenden *Bangia*-Faden. Auch der Farbstoffkörper erinnert bei dieser Alge in seinem Bau an den der Bangiaceen. Es wäre von Interesse zu untersuchen, ob nicht bei der früher von Zopf näher studirten, zweierlei Sporen besitzenden *Crenothrix polyspora* ein Befruchtungsvorgang dem der Bangiaceen entsprechend vorkommen dürfte.

4) Botan. Zeitung 1881. p. 13.

Von den drei Gattungen — abgesehen von *Goniotrichum* — welche in den vorliegenden Blättern näher behandelt wurden, stehen *Bangia* und *Porphyra* einerseits der dritten *Erythrotrichia* scharf gegenüber. Die flache Form des Thallus, welche sich bei *Er. Boryana* und weniger ausgeprägt auch bei *Er. obscura* findet, und welche der Grund war, dass erstere früher zur Gattung *Porphyra* gezogen wurde, ist für die Verwandtschaft beider Gruppen ohne Zweifel bedeutungslos. Scharf getrennt sind sie durch den Modus der Bildung der neutralen Sporen und der Spermatien und durch die verschiedene Ausbildung des Cystocarps.

Bei den ersteren wandeln sich die vegetativen Zellen zu einer gewissen Zeit in einem Zuge zu Sporen und Spermatien um, bei den letzteren bleibt immer die eine Theilzelle vegetativ und erzeugt successive eine grössere Anzahl von Fortpflanzungszellen. Das Cystocarp besteht bei den ersteren aus mehreren Sporen, bei den letzteren wahrscheinlich nur aus einer einzigen, die unmittelbar aus der Procarpzelle hervorgeht.

Die beiden Genera *Bangia* und *Porphyra* unterscheiden sich dann durch die bekannte Structur des Thallus, beide stehen sich indessen sehr nahe und könnten mit Recht zu einem Genus zusammengezogen werden. Da aber hier eine Lösung der Nomenclaturfrage nicht versucht werden soll, weil es mir dazu heute noch nicht an der Zeit zu sein scheint, so mögen sie einstweilen auch noch auseinander gehalten werden.

Ebensowenig habe ich eine Identification der hier beschriebenen Formen mit den zahlreichen, von früheren Autoren beschriebenen Arten durchführen können. Aus den Diagnosen ist im allgemeinen nichts zu schliessen und auf die Untersuchung von Trockenmaterial habe ich verzichtet, da ich mich im Laufe der Arbeit überzeugen konnte, dass bei dem Mangel hervorstechender Charaktere zwischen nahestehenden Formen und der ausserordentlichen Variabilität der Farbe und der äusseren Form eine Abgrenzung nur bei längerer Beobachtung und Verfolgung des Entwickelungsganges der Pflanzen im Freien durchführbar ist. Einzelne Notizen betreffs der Synonymie sind jedoch den betreffenden Arten beigegeben.

Die behandelten Formen können ungefähr in folgender Weise auseinander gehalten werden:

Bangia Lyngb.

Thallus fadenförmig, nach oben schwach verdickt, besteht zunächst aus einer Zellreihe mit annähernd gleichmässigem Wachsthum, bald aber in den oberen Partien aus einer grösseren Anzahl keilförmiger, radial gestellter Zellen, welche durch radiale Theilungen aus den einfachen Gliederzellen hervorgehen. Die basalen Zellen entwickeln lange, ungegliederte und nicht durch Querwände abgegliederte Rhizoiden.

B. fusco-purpurea Lyngb.

Bis 5—6 cm lang, Farbe im unteren vegetativen Theil meist dunkel blaugrün oder röthlich, oben röthlich braun bis schwärzlich grün in allen Zwischenstufen. Intensiv Gelb nach mehrtägigem Trockenliegen verbunden mit Insolation. Diöcisch mit seltenen Ausnahmen.

Es gehören hierher, wenn zuvor die als Bangien beschriebenen Erythrotrichien ausge-

schieden werden, mit wenigen Ausnahmen (z. B. *Bangia subaequalis*, Cohn Arch. f. mikr. Anatom. III. 1867. p. 32) wohl alle bisher beschriebenen Bangien des Meeres, speciell auch *B. lutea* von J. Agardh und Derbès und Solier (l. c. p. 64). Verschiedene Grösse, Färbung, durch zufälliges Absterben einzelner Zellen hervorgebrachte gelegentliche Einschnürungen und Torsionen, Dicke der Haut u. s. w. können specifische Selbständigkeit einzelner Formen in keiner Weise begründen.

Auf Felsen über dem Fluthniveau gemein, von Anfang October bis Anfang Juni.

Porphyra Ag.

Thallus flach, einschichtig, sonst wie bei *Bangia*. Procarpien mit Vorstülpungen in der Regel nach beiden Seiten der Thallusfläche.

P. laciniata (Lightf.) Ag.

P. leucosticta Thur.

Thuret[1]) hat diese beiden so vielfach verwechselten Arten zuerst richtig unterschieden und genau charakterisirt. Die letztere ist die in Neapel häufigere Art, sie ist gemein an etwas geschützteren Orten auf Felsen zwischen dem Ebbe- und Fluthniveau, vereinzelter und in kleineren Exemplaren auf untergetauchten Algen in der Nähe des Niveau. Die Thallome sind hermaphrodit, mit nebeneinanderliegenden männlichen und weiblichen Streifen. Vollkommen ungeschlechtliche Exemplare sind selten und nur von geringer Grösse im Herbst und Winter, meist mit männlichen oder mit männlichen und weiblichen Zellen in verschiedenen Mengen untermischt. Die Exemplare sind gestreckter, bis 0,3 m lang und glänzend in der Brandung, mehr isodiametrisch und mit sammetartiger, dunklerer Oberfläche in geschützten Lagen auf Steinen und Algen, wie *Grateloupia Proteus*, *Chondriopsis dasyphylla*, *Gigartina Teedii*. Die ersteren rollen sich gern nach der Längsrichtung zusammen, oder falten sich (besonders ältere Exemplare) nach der Längsrichtung vielfach in unregelmässiger Weise. *P. laciniata* findet sich stellenweise in Gesellschaft der vorigen, gewöhnlich in ruhigeren Lagen und geringen Tiefen, bis zu 1,5 m. Die Thallome sind mit seltenen Ausnahmen diöcisch, die weiblichen am Rande intensiv roth, in der Jugend oft lineal-isch, später vielfach nach der Längsrichtung zerschlitzt. Die Oberfläche ist nur wenig glänzend, sammetartig.

Schon Thuret gibt an, dass die übrigen, aus dem Mittelmeer und dem atlantischen Ocean beschriebenen *Porphyra*-Arten wohl nur mehr oder weniger entwickelte Stadien der angeführten beiden Formen sind.

Vegetationszeit dieselbe wie bei *Bangia fusco-purpurea*.

Erythrotrichia Aresch.

Die ungeschlechtlichen Sporen und die Spermatien werden einzeln durch successive Zweitheilung selber vegetativ bleibender Zellen erzeugt. Thallus faden- oder flächenförmig

1) Le Jolis, Liste des Algues marines de Cherbourg p. 100.

mit verschmälerter Basis, einzeln, oder zu mehreren aus einer einschichtigen, einseitig angewachsenen Scheibe hervorgehend. Letztere auch für sich vorhanden.

Die in Neapel vorkommenden Arten lassen sich in zwei Gruppen bringen, solche mit einzelnen fadenförmigen Thallomen, *Er. ceramicola* und *Er. ciliaris*, und solche, bei denen fadenförmige Thallome aus einer basalen Scheibe zu mehreren entspringen oder auch ganz fehlen können, sodass nur die Scheibe entwickelt ist, *Er. discigera*, *Er. obscura* und *Er. Boryana*.

Er. ceramicola Aresch. Nova Act. Soc. S. Upsal. XIV. p. 435. Thuret, Le Jolis, Liste des Alg. de Cherb. p. 103. Taf. III. Fig. 1, 2. *Bangia ceramicola* Harv. Phyc. brit. Taf. 317.

Einfacher Zellfaden, sehr selten zwei Zellen neben einander, schön roth. Durchmesser der Fäden und die einzelnen Zellen relativ gross. In den winterlichen Fäden sind die Zellen gewöhnlich nicht so lang, bis halb so lang als breit, die sommerlichen Exemplare sind etwas dünner, die Zellen stark gestreckt, gewöhnlich länger als breit, oft stark ausgebleicht und gelblich. In ruhigen Lagen auf *Posidonia*-Blättern und auf *Phucagrostis*, auf *Cutleria*, *Gracilaria dura* u. s. w. Am schönsten im Winter und Frühjahr.

Er. ciliaris (Carm.), Thur. l. c. p. 103. *Bangia ciliaris* Carm.; Harv. Phyc. brit. Taf. 322.

Fäden einzeln, schlank, bis 1 cm lang, gewöhnlich oben vier, an älteren Fäden auch acht Zellen auf dem Querschnitt. Zellen etwas kleiner wie bei der vorhergehenden. Schön roth oder gelblich.

Gemein auf *Sargassum* und *Cystosira abrotanifolia* dicht am Niveau, in den Sommermonaten seltener.

Er. discigera.

Sehr ähnlich der vorigen, aber Fäden weniger schlank, noch nicht halb so lang und gruppenweise aus einer einschichtigen Scheibe entspringend, oder letztere allein vorhanden.

Häufig, besonders auf *Cystosira abrotanifolia* und auf *Posidonia*-Blättern, im Sommer etwas seltener.

Er. Boryana, *Porphyra Boryana*, Mont. Flor. alg. p. 150, Taf. 13. Zanard., Phyc. med. adr. Taf. VIII, *A*.

Farbe und Grösse der Zellen wie bei der vorigen, aber Thallus flach, in der Regel nur einschichtig, seltener stellenweise zweischichtig, oben abgestutzt, nach unten allmählich verschmälert, circa 5 mm lang, noch nicht 0,5 mm breit.

Mit Unrecht zieht Thuret l. c. diese Art zu *Er. ciliaris*, dagegen gehört wohl zweifelsohne die von Suhr (Flora XXIII, 1840. p. 297) beschriebene *Porphyra Martensiana* aus Catania hierher.

Selten auf *Gelidium corneum* und *Bryopsis* am Castello dell' Uovo und am Posilipp im Frühjahr (März).

Er. obscura.

Von schwärzlicher Färbung und mit relativ grossen Zellen. Aufrechte Thallome, höchstens 3mm lang, gewöhnlich kürzer, oder auch fehlend (im Sommer vielfach). Im oberen Theil liegen 2, seltener 4 Zellen in einer Ebene neben einander, weniger häufig unregelmässig gekreuzt. Thallome zuweilen an der Basis in 2 oder 3 Aeste sich theilend.

Häufig auf *Corallina mediterranea* am Chiaiaquai, seltener auf *Gelidium corneum*, *Amphiroa complanata* und anderen Algen. Am besten entwickelt im April und Mai, im Sommer seltener.

Möglicherweise ist die von Zanardini (Cell. mar. p. 68, Taf. I) beschriebene *Bangia investiens* mit *Er. discigera* oder *Er. obscura* identisch, doch vermag ich aus der mir allein zugänglichen Diagnose bei Kützing (Spec. alg., p. 359) nichts sicheres zu entnehmen.

Anhang.

Goniotrichum Ktz.

Es sind vorwiegend praktische Gründe, welche mich veranlasst haben, dieses Genus hier anhangsweise zu betrachten, da ich nicht daran zweifeln zu dürfen glaube, dass es in der That den Bangiaceen zuzuzählen ist, wenn es auch immer eine isolirtere Stellung unter ihnen einnehmen wird.

Zwei wohl unterschiedene Arten dieser Gattung sind mir aus dem vorliegenden Gebiete bekannt geworden, das überall verbreitete, aber immer nur vereinzelt vorkommende *G. elegans* Zanard., und eine zweite Art, die hier als *G. dichotomum* bezeichnet werden soll, wobei gleich erwähnt werden mag, dass die von Kützing (Phyc. germ. p. 193, Phyc. gen. p. 358) unter diesem Namen aufgeführte Pflanze ohne Zweifel mit *G. elegans* zu identificiren ist.

Bei *G. elegans* liegen bekanntlich die Zellen in dem reich und sparrig verzweigten Thallus in einer einfachen Reihe, nur selten finden sich stellenweise Ausnahmen hiervon, bei *G. dichotomum* liegen normal an etwas älteren Exemplaren auf dem Querschnitt mehrere, bis 8 Zellen, ziemlich unregelmässig angeordnet, der Thallus ist entweder ganz einfach keulenförmig, oder gewöhnlicher in der Nähe der Basis gegabelt, seltener in drei Aeste getheilt. Zuweilen erfolgt die Gabelung auch erst weiter aufwärts. Die Thallome sitzen immer vereinzelt dem Substrat — meist anderen Algen — auf, Rhizoiden werden nicht gebildet. Die Haut entspricht ihrer Structur nach der der übrigen Bangiaceen, doch ist sie schon im Leben in Folge von Quellung von grösserer Dicke. Die Cuticula ist sehr dünn, aber scharf contourirt, die inneren, die einzelnen Zellen umgebenden Schichten brechen das Licht stärker, als die mittleren Partien, in denen eine Schichtung kaum wahrnehmbar ist.

Die Zellen sind anfangs cylindrisch, ihre Grösse wechselt sehr, oft sind sie mehr als doppelt so lang als breit, in anderen Fällen flach scheibenförmig. In älteren Fadentheilen

runden sie sich mehr ab. Alle Zellen sind theilungsfähig. Bei der Bildung eines Astes verlängert sich eine Gliederzelle seitlich und theilt sich durch eine schräg verlaufende Wand, die obere Zelle bildet durch weiteres Wachsthum den neuen Zweig. Bei *G. dichotomum* sind in den halberwachsenen und eben ausgewachsenen Thallomen die Zellen durch gegenseitigen Druck polygonal, später aber ebenfalls mehr abgerundet.

Die Structur der Zellen entspricht genau der der übrigen Bangiaceen, es ist ein Farbstoffkörper vorhanden, der den Kern umgibt und nach der Peripherie Ausstülpungen aussendet. Die Färbung wechselt nach den Exemplaren zwischen reinem Blaugrün, wie man es bei den Phycochromaceen findet, schwärzlichen und rothen Tönen. Starke Beleuchtung ruft auch hier ausnahmslos Verblassen und gelbliche Färbung hervor.

Bei der Sporenbildung, die in den oberen Partien der Thallome beginnt, entfernen sich die Zellen mehr von einander, runden sich ab und erhalten einen körnigen Inhalt, ohne Vacuolen. Durch Aufquellen der Haut werden sie frei. Sie keimen direct zu neuen Pflanzen aus, nachdem sie sich irgendwo festgesetzt haben. Ob sie Eigenbewegung besitzen, vermag ich nicht zu sagen.

Andeutungen weiterer Fructificationsvorgänge habe ich nicht beobachtet.

Zu *G. elegans*, welche zuerst von Chauvin (Mém. Soc. Linn. Norm. Tom. VI. p. 13 unter dem Namen von *Bangia elegans* beschrieben wurde, gehört ohne Zweifel auch *G. coerulescens* Zanard. (Phyc. med. adr. Taf. XCVII *B*), sowie *G. dichotomum* von Ktz., wie schon oben erwähnt.

Es findet sich das ganze Jahr hindurch vereinzelt auf verschiedenen Algen und auf Steinen in ruhigem Wasser auch noch in grösseren Tiefen, besonders häufig auch auf den Blättern von *Posidonia* und *Phucagrostis*.

G. dichotomum fand ich in den Wintermonaten auf *Posidonia*-Blättern und auf den Thallomen von *Gigartina acicularis*, meist in Gesellschaft von *Er. ceramicola* und *Er. discigera*. Es ist sehr selten.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—6. *Porphyra leucosticta.*

Fig. 1. Flächenansicht einer kleinen Thalluspartie. Die grösseren Zellen links sind reife Procarpien, die kleineren rechts Spermatienmutterzellen unmittelbar vor der ersten Theilung.

Fig. 2. Befruchtung der Procarpien, Seitenansicht. Die Zellhaut nach Zusatz von ein wenig Glycerin etwas gequollen.

Fig. 3. Fast reife Cystocarpien und eingestreute abortirte Procarpien von der Fläche.

Fig. 4. Befruchtung und erste Theilungen in den jungen Cystocarpien.

Fig. 5. Spermatien und Uebergangsbildungen zu neutralen Sporen.

Fig. 6. Abortirte Procarpien von der Seite.

Fig. 7—11. *P. laciniata.*

Fig. 7. Seitenansicht eben befruchteter Procarpien von einer kleinen linealischen Pflanze. Die Procarpien ragen theils nach einer, theils nach beiden Seiten weit über die Thallusfläche hervor. Links sind schon einige Theilwände aufgetreten, rechts ein abortirtes Procarp.

Fig. 8. Freie geschlechtliche Sporen von sehr verschiedener Grösse in amöboider Form, *a* eine Riesenspore.

Fig. 9. Eine ebensolche Riesenspore, abgerundet.

Fig. 10. Fast reife Cystocarpien mit zahlreichen Sporen.

Fig. 11. Erste Keimungsstadien der geschlechtlichen Sporen.

Fig. 12—14. *Bangia fusco-purpurea.*

Fig. 12 und 13. Vorgang der Befruchtung, Fig. 12 an Procarpien, welche das Stadium der Reife schon längere Zeit erreicht hatten und im oberen Fadentheil zwischen fast reifen Cystocarpien lagen.

Fig. 14. Partie aus dem unteren Theil einer Pflanze, die mehrere Monate trocken aufbewahrt wurde. Die inneren Schichten der Haut sind stark gequollen, die Plasmakörper contrahirt.

Fig. 15—18. *Erythrotrichia discigera.*

Fig. 15. Flächenansicht einer jungen, schwächlich entwickelten Scheibe mit kleinen Zellen.

Fig. 16. Aeltere Scheibe, etwas kräftiger.

Fig. 17. Seitenansicht zweier jungen, wenig kräftigen Scheiben, die ältere beginnt aufrechte Thallome zu treiben. Bei *a* junge Keimpflanze von *Er. ciliaris.* Auf *Cystosira abrotanifolia.*

Fig. 18. Bildung der Spermatien.

Fig. 19—25. *Erythrotrichia obscura.*

Fig. 19. Männliche Fadenpartie mit Spermatien.

Fig. 20. Junge Keimpflanzen.

Fig. 21. Austritt der Sporen.

Fig. 22. Procarp, an dessen kurze Trichogyneausstülpung sich soeben ein noch hautloses Spermatium angelegt hat

Fig. 23. Befruchtungsact. Bei *a* eine männliche Zelle mit Spermatium.

Fig. 24. An der Trichogyneausstülpung ansitzende Spermatien, welche noch keinen Keimschlauch getrieben haben.

Fig. 25. Bildung der neutralen Sporen. *o* Stellen, an denen schon vorher Sporen ausgetreten sind.

Fig. 19, 21—24 nach Zusatz von ein wenig Glycerin, wodurch die Zellhaut etwas aufgequollen ist.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

HAND BOUND BY
ALIN BOOKBINDERY
CAPE COD